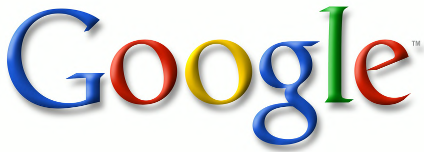


AGENDA
DU
CHIMISTE
1897



HACHETTE & Cie

AGENDA

DU

CHIMISTE

34577. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



A. COMBES

1858 - 1896

Heliog. Dujardin

GENDA

IMISTE

et A. PAB



PARIS

AIL E HACHETTE ET C

BO VARD SAINT-GERMAIN, 79

—

1897



AGENDA

DU

CHIMISTE

G. SALET, Fondateur.

PUBLIÉ PAR

CH. GIRARD,
Directeur du Laboratoire Municipal,

G. GRINER et A. PABST.



PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1897

ÉDITION DE 1897

Plusieurs Tables qui figurent dans les documents relatifs à la chimie pure ont été complètement refaites.

Le **Supplément** contient les **Notices** suivantes :

1° **Alphonse Combes**, par M. FRIEDEL ;

2° **Les Oxydases**, par M. Gabriel BERTRAND ;

3° **L'examen chimique et l'estimation des huiles essentielles,** par MM. J. DUPONT et CHARABOT.

L'édition de 1896 contenait les **Notices** suivantes

1° *L. Pasteur*, par M. ROUX ;

2° *L'Argon et l'Hélium*, par M. CHARON.

PRÉFACE

— 1877 —

Voici un petit livre qui rendra service aux chimistes. Ils y trouveront un nombre immense de renseignements patiemment extraits d'ouvrages volumineux, de mémoires épars, et condensés ici sous une forme concise dans 408 tableaux. Dans ces tableaux, chaque chiffre est un fait déduit d'expériences exactes, et les faits, on ne saurait assez le répéter, sont la base de la science. En dehors de ce terrain solide, nul guide pour l'expérimentation, nulle sécurité pour la théorie. C'est donc avec un soin tout particulier que les constantes expérimentales, accumulées avec ordre et méthode dans ces pages compactes, ont été triées, réunies, collationnées. Le lecteur y remarquera sans peine la correction et l'abondance des informations, la clarté des descriptions, la simplicité du plan.

L'opuscule est divisé en trois chapitres.

Le premier comprend les documents physiques et mathématiques, tels que la conversion des poids et mesures, la réduction des indications thermométriques, les coefficients de dilatation, les tensions de vapeur, les densités. On y consultera souvent des tables destinées à faciliter la correction des volumes gazeux et à abréger le calcul des densités de vapeur et du poids de l'air. On y trouve encore divers tableaux relatifs aux densités des solides, des liquides et des gaz. Les rapports qui existent entre les densités des solutions et leur richesse en corps dissous sont consignés dans de nombreux tableaux. Enfin, le chapitre se termine par quelques indications relatives aux mélanges réfrigérants, à la chaleur de combustion de quelques corps, aux points de fusion et d'ébullition d'un grand nombre de substances, aux indices de réfraction, aux pouvoirs rotatoires, etc.

Le chapitre II contient des documents relatifs à la chimie pure; en premier lieu, la liste des corps simples, avec l'indication de leurs symboles, de leurs équivalents, de leurs poids atomiques, de leurs chaleurs spécifiques. On y trouve ensuite des renseignements nombreux et exacts sur l'analyse qualitative, sur l'analyse spectrale, sur l'analyse quantitative, avec des tableaux destinés à abréger le calcul des analyses. Mais le morceau important est un résumé des propriétés physiques d'un très grand nombre de composés minéraux et organiques. Les noms, la composition, la solubilité dans les divers véhicules, les densités, les points de fusion et les points d'ébullition sont indiqués dans un tableau très complet, résumé succinct de la chimie en ce qui concerne les propriétés mesurables des corps. Les dernières tables du chapitre contiennent les chiffres concernant la solubilité des principaux sels et autres corps importants, et les variations de cette solubilité en fonction de la température.

Le chapitre III contient des renseignements relatifs à la chimie appliquée à l'industrie. Ce sont d'abord la description du procédé hydrotimétrique pour l'analyse sommaire des eaux, des indications diverses concernant la préparation des liqueurs titrées, les essais alcalimétriques, les essais des métaux usuels, principalement de l'argent et de l'or, la composition de divers alliages, la chlorométrie, et plus loin l'analyse du lait et de l'urine. Viennent ensuite des documents qui concernent diverses industries, telles que verrerie, céramique, industrie des poudres et matières explosives, des matières grasses, des sucres et fécules, des alcools, vins et vinaigres, des papiers et fibres textiles, des matières colorantes, etc.

Cette analyse rapide fait ressortir tout ensemble la variété et le caractère pratique des documents rassemblés dans ce petit livre, que les auteurs ont intitulé *Agenda du Chimiste*. Il est bien nommé. Chimistes, physiciens, pharmaciens, essayeurs, métallurgistes, ingénieurs, tous ceux en un mot qui s'occu-

pent de travaux pratiques afférents à la chimie et qui ont à cœur de travailler sérieusement, selon le précepte *Age quod agis*, le consulteront avec fruit. C'est une œuvre collective dont les auteurs ont voulu garder l'anonyme; ils sont déjà connus du public scientifique, et celui qui écrit ces lignes les a vus, depuis des années, d'abord s'exercer et se former, puis prendre leur essor et s'élever autour de lui.

Paris, le 15 mai 1877.

AD. WURTZ.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1878

En présentant au public l'*Agenda du Chimiste* pour 1878, nous devons le remercier de l'accueil bienveillant que l'édition de 1877 a reçu de lui. Notre petit livre a été au bout de peu de temps dans les mains de ceux pour qui il était fait; il a pénétré dans la plupart des laboratoires et des usines en France et à l'étranger, et nous espérons qu'il y a rendu quelques services. Il en rendra davantage d'année en année, grâce aux additions et aux modifications que nous lui ferons subir pour le maintenir au niveau de la science.

C'était au début un cahier manuscrit que les élèves de M. Wurtz consultaient à chaque instant; l'idée nous vint d'en faire un opuscule de format commode et de prix modique; M. HENNINGER voulut bien nous aider à en revoir et à en compléter les principales sections; MM. CH. GIRARD et PABST, qui s'occupaient au même instant d'un *Agenda* plus spécialement technique dont le besoin était signalé par plusieurs sociétés industrielles, entre autres par celle de Mulhouse, mirent obligeamment en commun leurs matériaux avec les nôtres. Un an après, l'*Agenda* de 1877 parut et au bout de trois mois un nouveau tirage devint nécessaire. Pour réoondre à l'empres-

sement du public, nous sentons que notre devoir est de perfectionner constamment notre ouvrage ; nous espérons ne pas y faillir.

Décembre 1877.

G. Salet.

Préface

de l'édition de 1897

Un nouveau deuil vient de nous frapper. Alphonse Combes, maître de Conférences à la Faculté des sciences de Paris, qui avait remplacé Georges Salet, le fondateur de l'*Agenda*, a été enlevé subitement dans toute la force de l'âge et en pleine possession de son talent. Nous sommes encore sous l'impression douloureuse de cette mort, qui fait perdre à la science française un de ses plus brillants représentants.

Nos lecteurs trouveront plus loin la Notice que M. Friedel consacre à la vie et à l'œuvre de son élève.

Bien que la collaboration d'Alphonse Combes fût de date récente, l'*Agenda* lui doit de nombreuses modifications.

Nous continuerons l'œuvre entreprise, et, nous inspirant des idées de notre ami, nous nous efforcerons de tenir cet ouvrage au courant des derniers progrès de la science.

G. Griner.

CALENDRIER

POUR

1897

1897. — JANVIER

N. L. le 3. — *P. Q.* le 10. | *P. L.* le 18. — *D. Q.* le 25.

1	Vend.	CIRCONCISION.	
2	Sam.	s. Basile.	
3	DIM.	ste Geneviève.	
4	Lundi.	s. Rigobert.	
5	Mardi.	ste Amélie.	
6	Mercr.	ÉPIPHANIE.	
7	Jeudi.	ste Mélanie.	
8	*Vend.*	**Soc. chim.**	
9	Sam.	s. Julien.	
10	DIM.	s. Guillaume.	
11	Lundi	ste Hortense.	
12	Mardi.	ste Césarine.	
13	Mercr.	*Bap. N.-S.*	
14	Jeudi.	s. Hilaire, év.	
15	*Vend.*	**Soc. phys.**	
16	Sam.	s. Marcel.	
17	DIM.	s. Antoine.	
18	Lundi.	Ch. s. P. à R.	
19	Mardi.	ste Germaine.	
20	Mercr.	ste Marthe.	
21	Jeudi.	ste Agnès.	
22	*Vend.*	**Soc. chim.**	
23	Sam.	s. Ildefonse.	
24	DIM.	s. Babylas.	
25	Lundi.	Conv. s. Paul	
26	Mardi.	ste Victorine.	
27	Mercr.	ste Angèle.	
28	Jeudi.	s. Charlemag.	
29	*Vend.*	**Soc. phys.**	
30	Sam.	ste Martine.	
31	DIM.	s. Pierre Nola.	

FÉVRIER

N. L. le 1. — *P. Q.* le 9. | *P. L.* le 17. — *D. Q.* le 24.

1	Lundi.	s. Ignace.	
2	Mardi.	*Purification.*	
3	Merc.	s. Blaise.	
4	Jeudi.	s. Gilbert.	
5	*Vend.*	**Soc. phys.**	
6	Sam.	s. Amand.	
7	DIM.	s. Moïse.	
8	Lundi.	ste Irma.	
9	Mardi.	ste Apolline.	
10	Mercr.	ste Scholast.	
11	Jeudi.	ste Victoire.	
12	*Vend.*	**Soc. chim.**	
13	Sam.	s. Énogat.	
14	DIM.	*Septuagés.*	
15	Lundi.	s. Faustin.	
16	Mardi.	ste Julienne.	
17	Mercr.	s. Théodule.	
18	Jeudi.	s. Siméon.	
19	*Vend.*	**Soc. phys.**	
20	Sam.	s. Silvain.	
21	DIM.	*Sexagésime.*	
22	Lundi.	ste Isabelle.	
23	Mardi.	ste Henriette.	
24	Mercr.	s. Pépin.	
25	Jeudi.	ste Gauburge.	
26	*Vend.*	**Soc. chim.**	
27	Sam.	ste Honorine.	
28	DIM.	*Quinquagés.*	

MARS

N. L. le 3. — *P. Q.* le 11. | *P. L.* le 18. — *D. Q.* le 25.

1	Lundi.	s. Aubin.	....
2	Mardi.	*Mardi gras.*	....
3	Merc.	*Les Cendres.*	....
4	Jeudi.	s. Casimir.	....
5	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
6	Sam.	ste Colette.	....
7	DIM.	*Quadragés.*	....
8	Lundi.	s. Jean de Dieu	....
9	Mardi.	ste Françoise.	....
10	Mercr.	*IV Temps.*	....
11	Jeudi.	s. Euloge.	....
12	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
13	Sam.	ste Euphrasie.	....
14	DIM.	*Reminiscere.*	....
15	Lundi.	s. Zacharie.	....
16	Mardi.	s. Fabien.	....
17	Mercr.	ste Gertrude.	....
18	Jeudi.	s. Alexandre.	....
19	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
20	Sam.	s. Joachim.	....
21	DIM.	*Oculi.*	....
22	Lundi.	ste Léa.	....
23	Mardi.	s. Victorien.	....
24	Mercr.	s. Gabriel.	....
25	Jeudi.	ANNONCIATION.	....
26	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
27	Sam.	s. Amédée.	....
28	DIM.	*Lætare.*	....
29	Lundi.	s. Jonas.	....
30	Mardi.	s. Pasteur.	....
31	Merc.	s. Benjamin.	....

AVRIL

N. L. le 2. — *P. Q.* le 10. | *P. L.* le 27. — *D. Q.* le 23.

1	Jeudi.	s. Hugues.	....
2	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
3	Sam.	s. Richard.	....
4	DIM.	PASSION.	....
5	Lundi.	s. Vincent.	....
6	Mardi.	s. Célestin.	....
7	Merc.	s. Clotaire.	....
8	Jeudi.	ste Adèle.	....
9	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
10	Sam.	s. Macaire.	....
11	DIM.	RAMEAUX.	....
12	Lundi.	s. Jules.	....
13	Mardi.	s. Justin.	....
14	Mercr.	s. Tiburce.	....
15	Jeudi.	s. Anastasie.	....
16	*Vend.*	*Vendr. Saint*	....
17	Sam.	s. Robert.	....
18	DIM.	PAQUES.	....
19	Lundi.	FÉRIÉ.	....
20	Mardi.	**séance de Pâq**	....
21	Mercr.		....
22	Jeudi.	ste Marie.	....
23	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
24	Sam.	s. Beuve.	________
25	DIM.	QUASIMODO.	....
26	Lundi.	s. Clet, p.	....
27	Mardi.	s. Frédéric.	....
28	Merc.	s. Aimé.	....
29	Jeud.	s. Pierre.	....
30	Vend.	s. Eutrope.	....

MAI

N. L. le 1. — *P. Q.* le 9. | *P. L.* le 16. — *D. Q.* le 23.
N. L. le 31.

1	Sam.	s. Phil. s. Jac.	
2	DIM.	s. Athanase.	
3	Lundi.	Inv. ste Croix.	
4	Mardi.	ste Pélagie.	
5	Mercr.	s. Pie V.	
6	Jeudi.	s. Jean P. L.	
7	*Vend.*	**Soc. phys.**	
8	Sam.	s. Désiré.	
9	DIM.	s. Grégoire.	
10	Lundi.	s. Antony.	
11	Mardi.	s. Florent.	
12	Mercr.	s. Achille.	
13	Jeudi.	ste Agnès,	
14	*Vend.*	**Soc. chim.**	
15	Sam.	s. Denise.	
16	DIM.	s. Honoré.	
17	Lundi.	s. Pascal.	
18	Mardi.	ste Euphrasie.	
19	Mercr.	s. Yves.	
20	Jeudi.	s. Bernard.	
21	*Vend.*	**Soc. phys.**	
22	Sam.	ste Julie.	
23	DIM.	s. Didier.	
24	Lundi.	ROGATIONS.	
25	Mardi.	s. Urbain.	
26	Mercr.	s. Philip. N.	
27	Jeudi.	ASCENSION.	
28	*Vend.*	**Soc. chim.**	
29	Sam.	s. Maximin.	
30	DIM.	s. Ferdinand.	
31	Lundi.	ste Félicie.	

JUIN

P. Q. le 8. — *P. L.* le 14. | *D. Q.* le 21. — *N. L.* le 30.

1	Mardi.	s. Fortuné.	....
2	Merc.	s. Pothin.	....
3	Jeudi.	ste Clotilde.	....
4	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
5	Sam.	ste Yvonne.	....
6	DIM.	PENTECOTE.	....
7	Lundi.	s. Havenne.	....
8	Mardi.	s. Médard.	....
9	Mercr.	ste Pélagie.	....
10	Jeudi.	s. Maurin.	....
11	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
12	Sam.	ste Olympe.	....
13	DIM.	TRINITÉ.	....
14	Lundi.	s. Rufin.	....
15	Mardi.	ste Germaine.	....
16	Mercr.	s. Cyr.	....
17	Jeudi.	FÊTE-DIEU.	....
18	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
19	Sam.	s. Gerv. s. P.	....
20	DIM.	s. Sylvère.	....
21	Lundi.	ste Alice.	....
22	Mardi.	s. Alban.	....
23	Mercr.	s. Félix.	....
24	Jeudi.	N. s. J.-B.	....
25	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
26	Sam.	ste Héloïse.	....
27	DIM.	s. Crescent.	....
28	Lundi.	ste Irénée.	....
29	Mardi.	s. P. et s. P.	....
30	Merc.	s. Martial.	....

JUILLET

P. Q. le 7. — *P. L.* le 14. | *D. Q.* le 21. — *N. L.* le 28.

1	Jeudi.	ste Éléonore.	
2	*Vend.*	**Soc phys.**	
3	Sam.	s. Anatole.	
4	DIM.	ste Berthe.	
5	Lundi.	ste Zoé.	
6	Mardi.	s. Julien.	
7	Mercr.	s. Elie.	
8	Jeudi.	ste Virginie.	
9	*Vend.*	**Soc. chim.**	
10	Sam.	ste Félicité.	
11	DIM.	s. Anselme.	
12	Lundi.	s. Frédéric.	
13	Mardi.	s. Eugène.	
14	Mercr.	FÊTE NAT.	
15	Jeudi.	s. Henri.	
16	*Vend.*	**Soc. phys.**	
17	Sam.	ste Estelle.	
18	DIM.	s. Frédéric.	
19	Lundi	s. Vincent de P.	
20	Mardi.	ste Marguerite	
21	Mercr.	s. Victor.	
22	Jeudi.	ste Marie M.	
23	*Vend.*	**Soc. chim.**	
24	Sam.	ste Christine.	
25	DIM.	s. Christophe.	
26	Lundi	ste Delphine.	
27	Mardi	ste Nathalie.	
28	Mercr.	s. Samson.	
29	Jeudi.	ste Marthe.	
30	Vend.	s. Ignace.	
31	Sam.	s. Germain l'A.	

AOUT

P. Q. le 5. — *P. L.* le 12. | *D. Q.* le 20. — *N. L.* le 29.

1	DIM.	ste Espérance.	....
2	Lundi.	s. Alphonse.	....
3	Mardi.	ste Lydie.	....
4	Mercr.	s. Dominique.	....
5	Jeudi.	Inv. de s. Ét.	....
6	Vend.	N.-D.d.Neiges.	....
7	Sam.	Trans. de N.-S.	....
8	DIM.	s. Gaétan.	....
9	Lundi.	s. Justin.	....
10	Mardi.	s. Laurent.	....
11	Mercr.	ste Suzanne.	....
12	Jeudi.	ste Claire.	....
13	Vend.	s. Hippolyte.	....
14	Sam.	s. Eusèbe.	....
15	DIM.	ASSOMPTION.	....
16	Lundi.	s. Roch.	....
17	Mardi.	s. Mammès.	....
18	Mercr.	ste Hélène.	....
19	Jeudi.	s. Louis, év.	....
20	Vend.	s. Bernard.	....
21	Sam.	ste Jeanne.	....
22	DIM.	s. Symphor.	....
23	Lundi.	s. Philippe.	....
24	Mardi.	s. Barthélemy.	....
25	Mercr.	s. Louis.	....
26	Jeudi.	s. Zéphyrin.	....
27	Vend.	s. Joseph.	....
28	Sam.	s. Augustin.	....
29	DIM.	Déc. de s. J.-B.	....
30	Lundi.	ste Rose.	....
31	Mardi.	s. Raymond.	....

SEPTEMBRE

P. Q. le 3. — *N. L.* le 11. | *D. Q.* le 19. — *P. L.* le 26.

1	Mercr	s. Leu, s. Gil.	....
2	Jeudi.	s. Étienne.	....
3	Vend.	s. Lazare.	....
4	Sam.	ste Rosalie.	....
5	DIM.	s. Laurent.	....
6	Lundi.	ste Reine.	....
7	Mardi.	s. Cloud.	....
8	Mercr.	NATIV. DE N.-D.	....
9	Jeudi.	s. Omer.	....
10	Vend.	s. Nicolas.	....
11	Sam.	s. Hyacinthe.	....
12	DIM.	ste Pulchérie.	....
13	Lundi.	s. Aimé.	....
14	Mardi.	Exalt. ste Cr.	....
15	Mercr.	s. Nicodème.	....
16	Jeudi.	s. Corn. et Cyp.	....
17	Vend.	Stig. de s. Fr.	....
18	Sam.	ste Sophie.	....
19	DIM.	s. Janvier.	....
20	Lundi.	s. Eustache.	....
21	Mardi.	s. Mathieu.	....
22	Mercr.	s. Maurice.	....
23	Jeudi.	s. Lin.	....
24	Vend.	N.-D. de Merci.	....
25	Sam.	s. Firmin.	....
26	DIM.	ste Justine.	....
27	Lundi.	ss. Côme et Da.	....
28	Mardi.	s. Wenceslas.	....
29	Mercr.	s. Michel.	....
30	Jeudi.	s. Jérôme.	....

OCTOBRE

P. Q. le 3. — *N. L.* le 10. | *P. L.* le 18. — *D. Q.* le 25.

1	Vend.	s. Remi.	
2	Sam.	sts Anges gar.	
3	DIM.	s. Denis l'Ar.	
4	Lundi.	s. Franç. d'As.	
5	Mardi.	s. Placide.	
6	Mercr.	s. Bruno.	
7	Jeudi.	s. Serge.	
8	Vend.	ste Brigitte.	
9	Sam.	s. Denis.	
10	DIM.	s. Franç. Borg.	
11	Lundi.	s. Nicaise.	
12	Mardi.	ste Wilfride.	
13	Mercr.	s. Édouard.	
14	Jeudi.	s. Calixte.	
15	Vend.	ste Thérèse.	
16	Sam.	s. Léopold.	
17	DIM.	ste Hedwige.	
18	Lundi.	s. Luc.	
19	Mardi.	s. Pierre d'Alc.	
20	Mercr.	s. Jean Cant.	
21	Jeudi.	ste Ursule.	
22	Vend.	s. Mellon, év.	
23	Sam.	s. Hilarion.	
24	DIM.	s. Raphaël.	
25	Lundi.	s. Crépin.	
26	Mardi.	s. Evariste.	
27	Mercr.	s. Frumence.	
28	Jeudi.	s. Simon.	
29	Vend.	s. Narcisse.	
30	Sam.	s. Lucain.	
31	DIM.	s. Quentin	

NOVEMBRE

P. Q. le 1. — *N. L.* le 9. | *D. Q.* le 17. — *P. L.* le 24.

1	Lundi.	TOUSSAINT.	
2	Mardi.	*Trépassés.*	
3	Merc.	s. Hubert.	
4	Jeudi.	s. Charles B.	
5	*Vend.*	**Soc. phys.**	
6	Sam.	s. Léonard.	
7	DIM.	s. Ernest.	
8	Lundi.	stes Reliques.	
9	Mardi.	s. Théodore.	
10	Mercr.	s. Juste.	
11	Jeudi.	s. Martin.	
12	*Vend.*	**Soc. chim.**	
13	Sam.	s. Brice.	
14	DIM.	ste Philomène	
15	Lundi.	ste Eugénie.	
16	Mardi.	ste Agnès.	
17	Mercr.	s. Agnan.	
18	Jeudi.	ste Clotilde.	
19	*Vend.*	**Soc. phys.**	
20	Sam.	s. Edmond.	
21	DIM.	Prés. de N.-D.	
22	Lundi.	ste Cécile.	
23	Mardi.	s. Clément.	
24	Mercr.	ste Flora.	
25	Jeudi.	ste Catherine.	
26	*Vend.*	**Soc. chim.**	
27	Sam.	s. Séverin.	
28	DIM.	AVENT.	
29	Lundi.	s. Saturnin.	
30	Mardi.	s. André.	

DÉCEMBRE

P Q. le 1. — *N. L.* le 9. | *D. Q.* le 17. — *P. L.* le 23.
P. Q. le 30.

1 Mercr.	s. Eloi.	
2 Jeudi.	s. Aurélie.	
3 *Vend.*	**Soc. phys.**	
4 Sam.	ste Barbe.	
5 DIM.	s. Dalmace.	
6 Lundi.	s. Nicolas.	
7 Mardi.	s. Ambroise.	
8 Mercr.	IMMAC. CONC.	
9 Jeudi.	ste Léocadie.	
10 *Vend.*	**Soc. chim.**	
11 Sam.	s. Daniel.	
12 DIM.	ste Constance.	
13 Lundi.	ste Luce.	
14 Mardi.	s. Nicaise.	
15 Mercr.	s. Irénée.	
16 Jeudi.	ste Adelaïde.	
17 *Vend.*	**Soc. phys.**	
18 Sam.	s. Gatien.	
19 Dim.	s. Meuris.	
20 Lundi.	ste Philom.	
21 Mardi.	s. Thomas.	
22 Mercr.	s. Honorat.	
23 Jeudi.	ste Victoire.	
24 *Vend.*	**Soc. chim.**	
25 Sam.	NOËL.	
26 DIM.	s. Étienne.	
27 Lundi.	s. Jean, év.	
28 Mardi.	ss. Innocents.	
29 Mercr.	s. Thom. de C.	
30 Jeudi.	ste Colombe.	
31 Vend.	s. Sylvestre.	

AGENDA

DU

CHIMISTE

(1) ***Équivalents et poids atomiques employés dans l'Agenda.***

Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.	Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.
Aluminium.	Al	13,5	27	Magnésium.	Mg	12	24,3
Antimoine..	Sb	120	119,6	Manganèse.	Mn	27,5	54,9
Argent.....	Ag	108	107,7	Mercure....	Hg	100	200
Arsenic....	As	75	75	Molybdène..	Mo	48	96
Azote......	Az	14	14	Nickel.....	Ni	29,5	58,6
Baryum....	Ba	68,5	137	Or.........	Au	98,5	196,6
Bismuth....	Bi	208	208,4	Oxygène...	O	8	16
Bore.......	Bo	11	10,9	Phosphore..	P	31	31
Brome.....	Br	80	79,8	Platine.....	Pt	98,5	194,4
Cadmium..	Cd	56	111,7	Plomb.....	Pb	103,5	206,4
Calcium....	Ca	20	40	Potassium..	K	39	39
Carbone....	C	6	12	Silicium....	Si	14	28
Chlore.....	Cl	35,5	35,4	Sodium....	Na	23	23
Chrome....	Cr	26	52	Soufre.....	S	16	32
Cobalt.....	Co	29,5	58,7	Strontium..	Sr	43,75	87,5
Cuivre.....	Cu	31,75	63,3	Thallium...	Tl	204	203,7
Etain......	Sn	59	118	Titane.....	Ti	25	50
Fer........	Fe	28	56	Tungstène..	Tu	92	183,5
Fluor......	Fl	19	19	Uranium...	U	60	239,0
Iode......	I	127	126,5	Vanadium..	V	51,2	51,2
Lithium....	Li	7	7	Zinc.......	Zn	32,5	65

(2) *Poids atomiques des corps simples.*

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Aluminium...	Al	0,5	27,01	27,04	27,08	0,25	0,202	26,992 (Baubigny)
Antimoine ...	Sb		119,96	119,6	120,0	0,2	0,0495	120,293 (Bongarts)
Argent.......	Ag	0,05	107,67	107,66	107,93	0,01	0,0559	
Arsenic	As	0,5	74,92	74,9	75,0	0,3	0,083 (crist.).	
Argon	Ar							40 env. (Ramsay)
Azote........	Az ou N	0,05	14,02	14,01	14,05	0,1		
Baryum......	Ba	0,5	136,76	136,86	137,1	0,1		
Bismuth......	Bi		207,52	207,5	208,0	0,3	0,0305	207,64 (Marignac)
Bore.........	Bo	0,1	10,94	10,9	11,0	0,1	0,366/233^{0}	
Brome	Br	0,05	79,77	79,76	79,955	0,01	0,0843 (sol.)	
Cadmium	Cd	0,5	111,84	111,7	112,1	0,2	0,548	111,955 (Huntigton)
Calcium......	Ca	0,1	39,99	39,91	40,0	0,05	0,1804	
Carbone	C	0,05	11,97	11,97	12,005	0,005	0,459/985^{0}	11,977 (Friedel)
Cérium	Ce		140,42	141,2	141,5	1	0,04479	
Césium	Cs	0,5	132,58	132,7	132,8	0,3		
Chlore	Cl	0,05	35,37	35,37	35,456	0,005		
Chrome......	Cr	1	52,01	52,45	52,3	0,3		52,09 (Baubigny)
Cobalt	Co	1	58,89	58,6	60,0	0,5	0,1067	58,74 (Zimmermann)
Cuivre.......	Cu	0,5	63,17	63,18	63,33	0,02	0,0968/247^{0}	63,299 (Baubigny)
Décipium	De			171				
Didyme	Di		144,57	145,0	145	3	0,04563	142,124 (Clève)
Erbium	Er		165,89	166,0	166	2		
Étain	Sn		117,7	117,35	181,1	0,1	0,0559	
Fer..........	Fe	0,1	55,91	55,88	56,0	0,05	0,1267/300^{0}	56,0 (Baubigny)

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Poids atomiques. Meyer et Seubert.	Poids atomiques. Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Fluor........	Fl	0,1	18,98	19,06	19,0	0,1		
Gallium......	Ga	0,5	68,85	69,9	70	1	0,079 (solide)	
Germanium ..	Ge					0,1		72,3 (Winckler)
Glucinium....	Gl	0,5	9,08	9,08	9,1	0,2	0,506/300°	9,027 (Krüss et Mœcht)
Hélium	He							4,08 env. (Ramsay)
Hydrogène ...	H	base	1	1	1	0,005		
Indium.......	In	0,5	113,4	113,4	113,7	0,5	0,05695	
Iode.........	I	0,05	126,56	126,54	126,86	0,01	0,05412	
Iridium......	Ir	0,5	192,5	192,65	193,0	0,2	0,0323	192,9 (Seubert)
Lanthane.....	La		138,5	138,53	138	2	0,04485	138,019 (Clève)
Lithium......	Li	0,1	7,01	7,01	7,02	0,01	0,9408	
Magnésium...	Mg	1	23,96	23,94	24,4	0,05	0,245	24,309-24,319 (Marignac)
Manganèse ...	Mn	1	53,91	54,8	55,0	0,1	0,1217	54,932 (Marignac)
Mercure......	Hg	0,5	199,71	199,3	200,1	0,2	0,03192 (sol.)	
Molybdène....	Mo	0,5	95,53	95,9	96,0	0,3	0,0659	96,18 (Rammelsberg)
Néodyme.....								140,8 (Ostwald)
Nickel	Ni	1	57,93	58,6	58,8	0,5	0,10916	58,557 (Zimmerman)
Niobium.....	Nb		93,81	93,7	94	2		
Or..........	Au	1	196,16	196,2	196,7	0,5	0,0316	196,8 (Thorpe et Laurie)
Osmium	Os			190,3			0,03113	191 (Seubert)
Oxygène	O	0,05	15,96	15,96	16	base		
Palladium....	Pd	1	105,74	106,2	106,5	1	0,0592/100°	
Phosphore....	P	0,1	30,96	30,96	30,95	0,05	0,202/36°	
Platine.......	Pt	0,5	194,41	194,3	194,9	0,2	0,0377/1000°	194,85-194,41 (Seubert)
Plomb.......	Pb	0,1	206,47	206,39	206,91	0,05	0,0315/48°	
Potassium....	K	0,05	39,03	39,03	39,144	0,01	0,1655	

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Praséodyme. .								143,6 (Ostwald)
Rhodium.	Rh	1	103,24	102,7		1	0,05803	
Rubidium. . . .	Rb	0,1	85,25	85,2	85,4	0,1		
Ruthénium. . .	Ru	1	101,3	101,4	101	1	0,0611	
Samarium. . . .	Sa			150,02	150	0,5		150,021 (Clève)
Scandium. . . .	Sc	0,5	43,89	43,97	44	0,5		43,97 (Nilson)
Sélénium.	Se	0,5	78,80	78,87	79	0,2	0,084 (crist.)	
Silicium	Si	1	28,19	28,0	28,0	0,1	$0,203/232^0$	28,332 (Thorpe et Joung)
Sodium	Na	0,05	23,00	22,99	23,05	0,005	0,2934	
Soufre	S	0,05	31,98	31,98	32,06	0,01	0,1764	
Strontium. . . .	Sr	0,5	87,37	87,3	87,5	0,1		
Tantale	Ta		182,14	182,0	182,8	0,5		
Tellure	Te	1	124,7	125	125		0,0475	126,7 (Wills)
Thallium.	Tl		203,71	203,7	204,2	0,5	0,03355	
Thorium	Th		232	231,96	232,4	1		231,99 (Nilson)
Thullium.	Thu							129,8 (Ostwald)
Titane	Ti		47,85	48	48,1	0,1		
Tungstène. . . .	Tu	0,5	183,61	183,6	184,0	0,2	0,035	184,04 (Waddel)
Uranium.	U		239	238,8	240	1		
Vanadium	V	0,1	51,26	51,1	51,3	0,1		
Ytterbium. . . .	Yb		172,6	172,6	173	1		172,73 (Marignac)
Yttrium.	Y		88,9	88,9	89	1		88,9 (Clève)
Zinc	Zn	1	65,14	65,1	65,3	0,1	0,0935	65,107 (Morse et Burton)
Zirconium. . . .	Zr		90,37	90,4	90,5	1	0,0660	

(3) Table de Mendéléeff.

Les éléments répartis en groupes naturels et en séries périodiques.

Groupes :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Forme des composés :	RH (1) R^2O	RH^2 RO	RH^3 R^2O^3	RH^4 RO^2	RH^3 R^2O^5	RH^2 RO^3	RH R^2O^7	
Série 1 — 2	1 : H Li : 7	Gl : 9	Bo : 11	12 : C	14 : Az	16 : O	19 : Fl	
Série 3 — 4	23 : Na K : 39	24,3 : Mg Ca : 40	27 : Al Sc : 44	28 : Si Ti : 48	31 : P V : 51,3	32 : S Cr : 52	35,5 : Cl Mn : 55	Fe : 56. Co : 58,6. Ni : 58,6
Série 5 — 6	63 : Cu Rb : 85	65,3 : Zn Sr : 87,5	68,8 : Ga Y : 89,8?	72,3 : Ge Zr : 90	75 : As Nb : 94	79 : Se Mo : 95,5	80 : Br	Ru : 101. Rh : 103. Pd : 105,7
Série 7 — 8	108 : Ag Cs : 133	112 : Cd Ba : 137	113,4 : In La : 138,5	118 : Sn Cé : 140,5	120 : Sb Di : 146	125 : Te	127 : I Sm? 150?	
Série 9 — 10			159 ? Dp. Yb : 173		Ta : 182	W : 184		Os : 198 ? Ir : 192,5. Pt : 194,4
Série 11 — 12	196 : Au	200 : Hg	204 : Tl	206,5 : Pb Th : 233,4	208,2 : Bi	U : 239		

1. H ou Et, Me, etc.

CHAPITRE I

Documents physiques et mathématiques.

Section I. — Conversion des Mesures.

(4) *Réduction des mesures linéaires anciennes.*

Toise.	Mètre.	Pied.	Mètre.	Pouce.	Mètre.	Ligne.	Millimèt.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707	1	2,256

1 toise = 6 pieds. 1 pied = 12 pouces. 1 pouce = 12 lignes.
1 ligne = 12 points.

10000 mètres	=	5130 toises	4 pieds	5 pouces	3,360 lignes
1000	=	513	0	5	3,936
100	=	51	1	10	1,6
10	=	5	0	9	4,959
1	=	0	3	0	11,296
0,1	=	0	0	3	8,330
0,01	=	0	0	0	4,433
0,001	=	0	0	0	0,4433

(On se sert ici des divisions décimales de la ligne.)

(5) *Réduction des mesures linéaires anglaises.*

Yards.	Mètres.	Feet (pieds).	Mètres.	Inches (pouces).	Mètres.
—	—	—	—	—	—
1	0,9144	1	0,3048	1	0,02540
2	1,8288	2	0,6096	2	0,05080
3	2,7431	3	0,9144	3	0,07620
4	3,6575	4	1,2192	4	0,10160
5	4,5719	5	1,5240	5	0,12700
6	5,4863	6	1,8287	6	0,15239
7	6,4007	7	2,1335	7	0,17779
8	7,3150	8	2,4383	8	0,20319
9	8,2294	9	2,7431	9	0,22859
10	9,1438	10	3,0479	10	0,25399
				11	0,27939
				12	0,30479

100 mètres	=	328 feet	1,08 inches,	ou	328,09 feet.
10	=	32	9,71		32,809
1	=	3	3,37		3,2809
0,1	=		3,937		
0,01	=		0,394		
0,001	=		0,039		

1 fathom = 2 yards. 1 yard = 3 feet. 1 foot = 12 inches.

(6) *Conversion en millimètres des hauteurs de baromètres anglais et français exprimées en pouces.*

Baromèt. anglais.			Baromèt. français.			Baromèt. anglais.			Baromèt. français.		
pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm	pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm
27	4	695,95	26	0	703,82	29	1	739,13	27	5	742,17
	5	698,49		1	706,07		2	741,67		6	744,42
	6	701,03		2	708,33		3	744,21		7	746,68
	7	703,57		3	710,59		4	746,75		8	748,94
	8	706,11		4	712,84		5	749,29		9	751,19
	9	708,65		5	715,10		6	751,83		10	753,45
28	0	711,19		6	717,36		7	754,37		11	755,70
	1	713,73		7	719,61		8	756,91	28	0	757,96
	2	716,27		8	721,86		9	759,45		1	760,22
	3	718,81		9	724,12	30	0	761,99		2	762,47
	4	721,35		10	726,38		1	764,53		3	764,73
	5	723,89		11	728,63		2	767,07		4	766,98
	6	726,43	27	0	730,89		3	769,61		5	769,24
	7	728,97		1	733,15		4	772,15		6	771,49
	8	731,51		2	735,40		5	774,69		7	773,75
	9	734,05		3	737,66		6	777,23		8	776,01
29	0	736,59		4	739.91		7	779,77		9	778,26

(7) *Réduction des anciennes mesures de surface et de capacité.*

Toise carrée.	Mètres carrés.	Toise cube.	Mètres cubes.	Pied carré.	Mètre carré.	Pied cube.	Mètre cube.
1	3,7987	1	7,4039	1	0,1055	1	0,03428

Pouce carré.	Centimèt. carrés.	Pouce cube.	Centimèt. cubes.	Setier.	Hectolit.
1	7,3278	1	19,8365	1	1,560

1 muid = 251 litres, 370, ou 36 veltes de 7 1/2 pintes.
1 boisseau = 13 litres.
1 pinte = 0 litre 931 ou 2 chopines ou setiers.
1 chopine = 0 litre 46 ou 4 poissons.
1 poisson = 0 litre 116 ou 4 roquilles.
1 roquille = 0 litre 029.
1 canon = 0 litre 200.

(8) *Réduction des mesures de capacité anglaises.*

Gallons.	Litres.	Pints.	Litres.	Fluid ounces.	Centimèt. cubes.	Cubic inches.	Centimèt. cubes.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	4,54346	1	0,56793	1	28,3966	1	16,38618
2	9,08692	2	1,13586	2	56,7932	2	32,77235
3	13,63037	3	1,70380	3	85,1898	3	49,15853
4	18,17383	4	2,27173	4	113,5864	4	65,54470
5	22,71729	5	2,83966	5	141,9830	5	81,93088
6	27,26075	6	3,40759	6	170,3797	6	98,31706
7	31,80421	7	3,97552	7	198,7763	7	114,70323
8	36,34766	8	4,54346	8	227,1729	8	131,08941
9	40,89112	9	5,11139	9	255,5695	9	147,47558
10	45,43458	10	5,67932	10	283,9661	10	163,86176

1 mètre cube = 220,096677 gallons. 1 litre = 1,76077 pints.
1 litre = 61,02705 cubic inches.
1 gallon = 8 pints. 1 pint = 4,65923 cubic inches *ou* 20 fluid ounces.

(9) *Réduction des anciens poids.*

Livre.	Kilogr.	Marc.	Kilogr.	Once.	Gram.	Gros.	Gram.	Grain.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,48951	1	0,244753	1	30,59	1	3,82	1	0,053

100	kilogram.	=	204 livres	4 onces	4 gros	59 grains.
10		=	20	6	6	63,5
1		=	2	0	5	35,15
100	grammes	=	0	3	2	11
10		=	0	0	2	44
1		=	0	0	0	19

1 livre = 16 onces. 1 marc = 8 onces. 1 once = 8 gros.
1 gros = 72 grains.

(10) *Réduction des poids anglais.*

Troy Pounds.	Kilogr.	Avd. lbs.	Kilogr.	Troy oz.	Gram.	Grains.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	0.37324	1	0,45359	1	31,10350	1	0,06480
2	0,74648	2	0,90719	2	62,20699	2	0,12960
3	1,11973	3	1,36078	3	93,31049	3	0,19440
4	1,49297	4	1,81437	4	124,41398	4	0,25920
5	1,86621	5	2,26797	5	155,51748	5	0,32400
6	2,23945	6	2,72156	6	186,62098	6	0,38879
7	2,61269	7	3,17515	7	217,72447	7	0,45359
8	2,98594	8	3,62874	8	248.82797	8	0,51839
9	3,35918	9	4,08234	9	279,93146	9	0,58319
10	3.73242	10	4.53593	10	311,03496	10	0,64799

1000 kilogrammes = 19,6841 cwts (*hundred-weights*), ou 19 cwts 2 quarters 23 lbs
100 = 1,9684 cwts (*hundred-weights*), ou 1 cwt 3 quarters 24,7 lbs.
10 = 22,04621 avd. lbs. (*avoir du poids pounds*).
1 = 2,20462 avd. lbs. ou 32,150727 troy oz (*ounces*).
100 grammes = 3,215073 troy oz (*troy ounces*).
10 = 154,32349 grains.
1 = 15,43235 grains.

1 ton = 20 cwts *quintaux* ou *hundred-weights* = 1016^{kil}05
1 cwt = 112 lbs (*livres* ou *avoir du poids pounds* = 50^{kil}8024
1 lb. = 16 *avoir du poids ounces* = 7000 *grains*.
1 impérial troy pound ou livre troy = 12 *troy oz* ou *onces troy*, c'est-à-dire 96 *drams*, ou 288 *scruples* (poids médicinaux), ou 5760 *grains*.
1 troy oz se divise aussi en 20 *pennyweights* de chacun 24 *grains*, c'est-à-dire de 480 *grains*.

On emploie plus rarement l'*once avoir du poids*, qui vaut 28^{gr},34954. Le volume de l'once troy d'eau distillée pesée dans l'air avec des poids de cuivre est de 31^{cc},155 à 62° F et 30 pouces anglais de pression.

(11) *Poids et mesures russes.*

Longueur.	Valeur.	Poids.	valeur.
Verste (500 sagènes)..	1^{kil},067	Pfund............	409^{gr},511
Sagène (7 pieds)......	213^{c},356	Pud (40 pfund)....	16^{kil},380
Pied (anglais)........	30^{c} 479	Berkowetz (10 pud).	163^{kil},805
Archinne ($\frac{1}{3}$ de sagène).	71^{c},119	Le pfund se divise en 96 solotnik et ce dernier en 96 doli.	
Verchoc ($\frac{1}{16}$ de sagène).	4^{c},447		

(12) *Valeur en grammes des poids médicinaux de divers pays.*

	Livre.	Once.	Drachme ou gros.	Scrupule	Grain.
Angleterre	373,242	31,103	3,888	1,296	0,0648
Autriche	420,009	35,070	4,376	1,459	0,0729
Belgique et Hollande..	375,000	31,250	3,906	1,302	0,0651
Danem., Russie, Suisse.	357,669	29,805	3,725	1,241	0,0620
Espagne	344,822	28,735	3,592	1,197	0,0499
Piémont...............	331,961	27 663	3,458	1,153	0,0480
Prusse, Saxe (1).......	350,784	29,238	3,655	1,218	0,061
Suède	356,437	29,703	3,714	1,238	0,0619

La livre se divise partout en 12 onces; l'once en 8 gros; le gros en 3 scrupules. Celui-ci vaut en général 20 grains, sauf en Espagne et en Piémont où il en vaut 24.

(1) On emploie aussi le loth, ou demi-once, valant 14 gr. 619.

(13) LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 1er TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
10	0 000	043	086	128	170	212	253	294	334	374	40
1	414	453	492	531	569	607	645	682	719	755	37
2	792	828	864	899	934	969	*004	*038	*072	*106	33
3	1 139	173	206	239	271	303	335	367	399	430	31
4	461	492	523	553	584	614	644	673	703	732	29
5	761	790	818	847	875	903	931	959	987	*014	27
6	2 041	068	095	122	148	175	201	227	253	279	25
7	304	330	355	380	405	430	455	480	504	529	24
8	553	577	601	625	648	672	695	718	742	765	23
9	788	810	833	856	878	900	923	945	967	989	21
20	3 010	032	054	075	096	118	139	160	181	201	21
1	222	243	263	284	304	324	345	365	385	404	20
2	424	444	464	483	502	522	541	560	579	598	19
3	617	636	655	674	692	711	729	747	766	784	18
4	802	820	838	856	874	892	909	927	945	962	17
5	979	997	*014	*031	*048	*065	*082	*099	*116	*133	17
6	4 150	166	183	200	216	232	249	265	281	298	16
7	314	330	346	362	378	393	409	425	440	456	16
8	472	487	502	518	533	548	564	579	594	609	15
9	624	639	654	669	683	698	713	728	742	757	14
30	771	786	800	814	829	843	857	871	886	900	14
1	914	928	942	955	969	983	997	*011	*024	*038	13
2	5 051	065	079	092	105	119	132	145	159	172	13
3	185	198	211	224	237	250	263	276	289	302	13
4	315	328	340	353	366	378	391	403	416	428	13
5	441	453	465	478	490	502	514	527	539	551	12
6	563	575	587	599	611	623	635	647	658	670	12
7	682	694	705	717	729	740	752	763	775	786	12
8	798	809	821	832	843	855	866	877	888	899	12
9	911	922	933	944	955	966	977	988	999	*010	11
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Cette table est extraite des *Tables de logarithmes* de M. J. Dupuis. Paris, Hachette et Cie.

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 2[e] TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
40	6 021	031	042	053	064	075	085	096	107	117	11
1	128	138	149	160	170	180	191	201	212	222	10
2	232	243	253	263	274	284	294	304	314	325	10
3	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	10
4	435	444	454	464	474	484	493	503	513	522	10
5	532	542	551	561	571	580	590	599	609	618	10
6	628	637	646	656	665	675	684	693	702	712	9
7	721	730	739	749	758	767	776	785	794	803	9
8	812	821	830	839	848	857	866	875	884	893	9
9	902	911	920	928	937	946	955	964	972	981	9
50	990	998	*007	*016	*024	*033	*042	*050	*059	*067	9
1	7 076	084	093	101	110	118	126	135	143	152	8
2	160	168	177	185	193	202	210	218	226	235	8
3	243	251	259	267	275	284	292	300	308	316	8
4	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	8
5	404	412	419	427	435	443	451	459	466	474	8
6	482	490	497	505	513	520	528	536	543	551	8
7	559	566	574	582	589	597	604	612	619	627	7
8	634	642	649	657	664	672	679	686	694	701	8
9	709	716	723	731	738	745	752	760	767	774	8
60	782	789	796	803	810	818	825	832	839	846	7
1	853	860	868	875	882	889	896	903	910	917	7
2	924	931	938	945	952	959	966	973	980	987	6
3	993	*000	*007	*014	*021	*028	*035	*041	*048	*055	7
4	8 062	069	075	082	089	096	102	109	116	122	7
5	129	136	142	149	156	162	169	176	182	189	6
6	195	202	209	215	222	228	235	241	248	254	7
7	261	267	274	280	287	293	299	306	312	319	6
8	325	331	338	344	351	357	363	370	376	382	6
9	388	395	401	407	414	420	426	432	439	445	6
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \pi = 0,49715$$

$$\log \frac{1}{\pi} = \bar{1},50285$$

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 3e TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
70	8 451	457	463	470	476	482	488	494	500	506	7
1	513	519	525	531	537	543	549	555	561	567	6
2	573	579	585	591	597	603	609	615	621	627	6
3	633	639	645	651	657	663	669	675	681	686	6
4	692	698	704	710	716	722	727	733	739	745	6
5	751	756	762	768	774	779	785	791	797	802	6
6	808	814	820	825	831	837	842	848	854	859	6
7	865	871	876	882	887	893	899	904	910	915	6
8	921	927	932	938	943	949	954	960	965	971	5
9	976	982	987	993	998	*004	*009	*015	*020	*025	6
80	9 031	036	042	047	053	058	063	069	074	079	6
1	085	090	096	101	106	112	117	122	128	133	5
2	138	143	149	154	159	165	170	175	180	186	5
3	191	196	201	206	212	217	222	227	232	238	5
4	243	248	253	258	263	269	274	279	284	289	5
5	294	299	304	309	315	320	325	330	335	340	5
6	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	5
7	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	5
8	445	450	455	460	465	469	474	479	484	489	5
9	494	499	504	509	513	518	523	528	533	538	4
90	542	547	552	557	562	566	571	576	581	586	4
1	590	595	600	605	609	614	619	624	628	633	5
2	638	643	647	652	657	661	666	671	675	680	5
3	685	689	694	699	703	708	713	717	722	727	4
4	731	736	741	745	750	754	759	763	768	773	4
5	777	782	786	791	795	800	805	809	814	818	5
6	823	827	832	836	841	845	850	854	859	863	5
7	868	872	877	881	886	890	894	899	903	908	4
8	912	917	921	926	930	934	939	943	948	952	4
9	956	961	965	969	974	978	983	987	991	996	4
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \frac{4}{3}\pi = 0,62209$$

$$\log \frac{1}{6}\pi = \bar{1},71900$$

(14) *Table des circonférences, cercles, carrés, cubes, racines carrées, racines cubiques, de 1 à 100.*

n.	Circonférence de diamètre *n* πn.	Surface du cercle de diamètre *n* $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
1	3,14	0,79	1	1	1,000	1,000
2	6,28	3,14	4	8	1,414	1,259
3	9,42	7,07	9	27	1,732	1,442
4	12,57	12,57	16	64	2,000	1,587
5	15,71	19,63	25	125	2,336	1,709
6	18,85	28,27	36	216	2,449	1,817
7	21,99	38,48	49	343	2,635	1,912
8	25,13	50,27	64	512	2,828	2,000
9	28,27	63,62	81	729	3,000	2,080
10	31,42	78,54	100	1000	3,162	2,154
11	34,56	95,03	121	1331	3,316	2,223
12	37,70	113,10	144	1728	3,464	2,289
13	40,84	132,73	169	2179	3,605	2,351
14	43,98	153,94	196	2744	3,741	2,410
15	47,12	176,71	225	3375	3,872	2,466
16	50,27	201,06	256	4096	4,000	2,519
17	53,41	226,98	289	4913	4,123	2,571
18	56,55	254,47	324	5832	4,242	2,620
19	59,69	283,53	361	6859	4,358	2,668
20	62,83	314,16	400	8000	4,472	2,714
21	65,97	346,36	441	9261	4,582	2,758
22	69,11	380,13	484	10648	4,690	2,802
23	72,26	415,48	529	12167	4,795	2,843
24	75,40	452,39	576	13824	4,898	2,884
25	78,54	490,87	625	15625	5,000	2,924
26	81,68	530,93	676	17576	5,099	2,962
27	84,82	572,56	729	19683	5,196	3,000
28	87,96	615,75	784	21952	5,291	3,036
29	91,11	660,52	841	24389	5,381	3,072
30	94,25	706,86	900	27000	5,477	3,107
31	97,39	754,77	961	29791	5,567	3,141
32	100,53	804,25	1024	32768	5,656	3,174
33	103,67	855,30	1089	35937	5,744	3,207
34	106,81	907,92	1156	39304	5,830	3,239
35	109,96	962,11	1225	42875	5,916	3,271

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
36	113,10	1017,88	1296	46656	6,000	3,301
37	116,24	1075,21	1369	50653	6,082	3,332
38	119,38	1134,11	1444	54872	6,164	3,361
39	122,52	1194,59	1521	59319	6,244	3,391
40	125,66	1256,64	1600	64000	6,324	3,419
41	128,80	1320,25	1681	68921	6,403	3,448
42	131,95	1385,44	1764	74088	6,480	3,476
43	135,09	1452,20	1849	79507	6,557	3,503
44	138,23	1520,53	1936	85184	6,633	3,530
45	141,37	1590,43	2025	91125	6,708	3,556
46	144,51	1661,90	2116	97336	6,782	3,583
47	147,65	1734,94	2209	103823	6,855	3,608
48	150,80	1809,56	2304	110592	6,928	3,634
49	153,94	1885,74	2401	117649	7,000	3,659
50	157,08	1963,49	2500	125000	7,071	3,684
51	160,22	2042,82	2601	132651	7,141	3,708
52	163,36	2123,72	2704	140608	7,211	3,732
53	166,50	2206,18	2809	148877	7,280	3,756
54	169,65	2290,21	2916	157464	7,348	3,779
55	172,79	2375,83	3025	166375	7,416	3,802
56	175,93	2463,01	3136	175616	7,483	3,825
57	179,07	2551,76	3249	185193	7,549	3,848
58	182,21	2642,08	3364	195112	7,615	3,870
59	185,35	2733,97	3481	205379	7,681	3,892
60	188,50	2827,43	3600	216000	7,745	3,914
61	191,64	2922,47	3721	226981	7,810	3,936
62	194,78	3019,07	3844	238328	7,874	3,957
63	197,92	3117,24	3969	250047	7,937	3,979
64	201,06	3216,99	4096	262144	8,000	4,000
65	204,20	3318,31	4225	274625	8,062	4,020
66	207,34	3421,19	4356	287496	8,124	4,041
67	210,49	3525,65	4489	300763	8,185	4,061
68	213,63	3631,68	4624	314432	8,246	4,081
69	216,77	3739,28	4761	328509	8,306	4,101
70	219,91	3848,45	4900	343000	8,366	4,121
71	233,05	3959,19	5041	357911	8,426	4,140
72	226,19	4071,50	5184	373248	8,485	4,160
73	229,34	4185,39	5329	389017	8,544	4,179
74	232,48	4300,84	5476	405224	8,602	4,198
75	235,62	4417,86	5625	421875	8,660	4,217

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
76	238,76	4536,46	5776	438976	8,717	4,235
77	241,90	4656,62	5929	456533	8,774	4,254
78	245,04	4778,36	6084	474552	8,831	4,272
79	248,19	4901,67	6241	493039	8,888	4,290
80	251,33	5026,55	6400	512000	8,944	4,308
81	254,47	5153,00	6561	531441	9,000	4,326
82	257,61	5281,02	6724	551368	9,055	4,344
83	260,75	5410,61	6889	571787	9,110	4,362
84	263,89	5541,77	7056	592704	9,165	4,379
85	267,03	5674,50	7225	614125	9,219	4,396
86	270,18	5808,80	7396	636056	9,273	4,414
87	273,32	5944,68	7569	656503	9.327	4,431
88	276,46	6082,12	7744	681472	9,386	4,447
89	279,60	6221,14	7921	704969	9,433	4,464
90	282,74	6361,72	8100	729000	9,486	4,481
91	235,88	6503,88	8281	753571	9,539	4,497
92	289,03	6647,61	8464	778688	9,591	4,514
93	292,17	6792,91	8649	804357	9,643	4,530
94	295,31	6939,78	8836	830584	9,695	4,546
95	298,45	7088,22	9025	857375	9,746	4,562
96	301,59	7238,23	9216	884736	9,797	4,578
97	304,73	7389,81	9409	912673	9,848	4,594
98	307,88	7542,96	9604	941192	9,899	4,610
99	311,02	7697,69	9801	970229	9,949	4,626
100	314,16	7853,98	10000	1000000	10,000	4,642

Volume du prisme et du cylindre de base B et de hauteur h : Bh.

— de la pyramide et du cône : $1/3\ Bh$.

— du tronc de pyramide dont les bases parallèles sont B et B' : $1/3\ h(B + B' + \sqrt{BB'})$.

Volume du tronc de cône dont les rayons des bases sont r et r' : $1/3\ h\pi\ (r^2 + r'^2 + rr')$.

Volume de la sphère du rayon $r = 1/2\ d$: $4/3\ \pi r^3 = 1/6\ \pi d^3$.

— du segment de sphère dont les rayons des bases parallèles sont r et r' : $\frac{1}{2}\pi\ (r^2 + r'^2)\ h + \frac{1}{6}\pi h^3$.

(15) *Valeur des inverses de* $1/n$ *et de* $\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$ *pour la photométrie* (table **303**).

n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$
1	1		34	0,0294	0,245	67	0,0149	4,08
2	0,5		35	0,0286	0,289	68	0,0147	4,51
3	0,333		36	0,0278	0,316	69	0,0145	4,95
4	0,25		37	0,0270	0,344	70	0,0143	5,44
5	0,20		38	0,0263	0,377	71	0,0141	6,09
6	0,167		39	0,0256	0,408	72	0,0139	6,60
7	0,143		40	0,0250	0,445	73	0,0137	7,29
8	0,125		41	0,0244	0,483	74	0,0135	8,10
9	0,111		42	0,0238	0,524	75	0,0133	9,00
10	0,10		43	0,0233	0,568	76	0,0132	10,02
11	0,091		44	0,0227	0,618	77	0,0130	11,21
12	0,083		45	0,0222	0,669	78	0,0128	12,57
13	0,077		46	0,0217	0,724	79	0,0127	14,15
14	0,0714		47	0,0213	0,787	80	0,0125	16,00
15	0,0667	0,0311	48	0,0208	0,852	81	0,0123	18,1
16	0,0625	0,0362	49	0,0204	0,923	82	0,0122	20,8
17	0,0588	0,0419	50	0,020	1	83	0,0120	23,8
18	0,0556	0,0482	51	0,0196	1,08	84	0,0119	27,4
19	0,0526	0,0550	52	0,0192	1,16	85	0,0118	32,1
20	0,05	0,0625	53	0,0189	1,27	86	0,0116	36,5
21	0,0476	0,0706	54	0,0185	1,36	87	0,0115	44,7
22	0,0454	0,0795	55	0,0182	1,48	88	0,0114	
23	0,0435	0,0892	56	0,0179	1,63	89	0,0112	
24	0,0417	0,0992	57	0,0175	1,76	90	0,0111	
25	0,040	0,111	58	0,0172	1,90	91	0,0110	
26	0,0385	0,123	59	0,0169	2,07	92	0,0109	
27	0,0370	0,137	60	0,0167	2,25	93	0,0108	
28	0,0357	0,151	61	0,0164	2,41	94	0,0106	
29	0,0345	0,166	62	0,0161	2,66	95	0,0105	
30	0,0333	0,183	63	0,0159	2,98	96	0,0104	
31	0,0323	0,202	64	0,0156	3,15	97	0,0103	
32	0,0312	0,221	65	0,0154	3,46	98	0,0102	
33	0,0303	0,242	66	0,0151	3,76	99	0,0101	

(16) *Abrégé du système C. G. S.*

Selon ce système, proposé par l'Association Britannique et adopté par le Congrès international des Electriciens en 1881, la plupart des quantités dont on fait usage en mécanique et en physique s'expriment en fonction de trois unités fondamentales de *longueur*, de *masse* et de *temps*, qui sont le *Centimètre*, centième partie du mètre des Archives françaises, le *Gramme*, masse de la millième partie du kilogramme des Archives, la *Seconde*, $\frac{1}{86400}$ du jour solaire moyen.

Les multiples sont indiqués, comme dans le système métrique, par les préfixes *Déca*, *Hecto*, *Kilo*, *Myria*, *Déci*, *Centi*, *Milli*; mais on y a ajouté *Méga* (1 million de fois) et *Micro* (un millionième). Le mot *micromètre* est souvent remplacé par *micron* ou μ. Pour l'expression des nombres très grands ou très petits, au lieu d'employer une suite de zéros, on a l'habitude de considérer ces nombres comme le produit de deux facteurs dont l'un est une puissance de 10. Exemple: 40 millions de mètres s'écriront, non pas 40 000 000^{m}, mais 40×10^{6} ou 4×10^{7} (l'exposant de 10 est le nombre de zéros); de même 589,5 millioniêmes de millimètre ne s'écriront pas 0^{m},000 000 5895, mais 589^{m},5 $\times 10^{-9}$ (l'exposant $^{-9}$ est le nombre de rangs dont il faut déplacer vers la gauche la virgule du facteur 589,5 pour écrire la fraction sous la forme décimale) ou, en prenant le centimètre comme unité, $589{,}5 \times 10^{-7}$.

Dyne. — C'est la *force* qui, agissant sur une masse 1 (1^{gr}) pendant le temps 1 (1^{sec}), lui imprime une vitesse 1 (1^{cm} par seconde). Cette force est toujours la même, tandis que le poids du gramme, ou l'effort fait par celui-ci sur un peson, varie avec l'intensité de la pesanteur. Lorsqu'un corps tombe dans le vide à Paris pendant 1 seconde, la pesanteur lui imprime une vitesse de g centimètres par seconde ($g = 981$). Si le corps tombant possède la masse du gramme, la force qui le sollicite sera donc de g dynes. La dyne vaut donc $\frac{1}{g}$ gramme, ou à Paris $\frac{1}{981}$ de gramme : un peu plus d'un milligramme. La Méga-dyne vaut 1^{kil},019.

Erg. — Le *travail* produit par une force de 1 dyne pour un déplacement de 1 centimètre est l'*erg*. Cette unité est fort petite, puisqu'elle est voisine du travail développé par 1 milligramme tombant de 1 centimètre. Le meg-erg est environ le centième du kilogrammètre.

Watt. — Le travail produit dans l'unité de temps ou la *puissance* s'exprime en *ergs* par seconde. Le cheval-vapeur, qui vaut 75 kilogrammètres par seconde, a donc pour valeur $7{,}36 \times 10^{9}$ ergs par seconde. Dans la pratique industrielle, on a remplacé dernièrement le

cheval-vapeur par le *poncelet* de 100 kilogrammètres par seconde ou 9810 meg-ergs par seconde. En électricité, on a donné le nom de *watt* à 10 meg-ergs par seconde. Le cheval-vapeur vaut donc 736 watts. Le watt s'appelle encore *volt-ampère*, parce que c'est la puissance développée par un courant d'un ampère pour une chute de potentiel d'un volt.

CALORIE. — La *quantité de chaleur* nécessaire pour porter 1 gramme d'eau de 0^0 à 1^0 est la *calorie*, *petite calorie* ou *gramme degré*. La *grande calorie* (kilogramme degré) est 1 000 fois plus forte. En prenant J, équivalent mécanique de la chaleur, $=425$, on aura pour équivalent de 1 grande calorie 425 kilogrammètres ou 41 700 meg-ergs.

AMPÈRE. — Un *pôle magnétique d'intensité* 1 est celui qui repousse un pôle semblable placé à 1 centimètre avec une force égale à 1 dyne.

L'*intensité d'un courant* qui, roulé en forme d'arc de 1 centimètre de long, sur une circonférence de 1 centimètre de rayon, exerce une force de 1 dyne sur un pôle magnétique d'intensité 1 placé à son centre, est l'unité C. G. S. d'intensité. Dans la pratique, on prend une unité 10 fois plus faible, l'*ampère*, qui est l'intensité d'un courant produit par une force électromotrice de 1 volt dans un circuit de résistance égale à 1 ohm.

COULOMB. — La *quantité* d'électricité qui passe pendant 1 seconde dans un circuit traversé par un courant d'intensité égale à 1 unité C. G. S. est l'unité C. G. S. de quantité. On prend dans la pratique une unité 10 fois plus faible, le *coulomb*, qui est la quantité électrique débitée en 1 seconde par 1 ampère et qui correspond à l'électrolyse de 93,1 microgrammes d'eau. On appelle parfois la quantité débitée par 1 ampère en 1 heure (3600 coulombs) un *ampère-heure*.

VOLT. — Le travail produit par un courant est égal au produit de la quantité par la force électromotrice. L'unité C. G. S. de *force électromotrice* sera donc celle qui est nécessaire pour que l'unité de quantité développe 1 erg. En pratique, on prend une unité beaucoup plus forte : le *volt* $=10^8$ unités C. G. S. Une pile Daniell a à peu près la force électromotrice d'un volt.

OHM. — On dit qu'un circuit a une *résistance* de 1 unité C. G. S. lorsqu'une différence de potentiel (force électromotrice) de 1 unité C. G. S. y fait naître un courant d'intensité 1 (C. G. S.). Si l'on prend l'intensité en ampères et la force électromotrice en volts, la résistance sera exprimée en *ohms* (1 ohm $=10^9$ unités C. G. S.). Une colonne de mercure de 1 millimètre de section et de 106 centimètres de long offre à zéro la résistance d'un ohm.

FARAD. — Un conducteur qu'une quantité 1 (C. G. S.) charge au potentiel (force électromotrice) de 1 (C. G. S.), est dit avoir une *capacité électrique* 1 (C. G. S.). Exprime-t-on la quantité et la force électromotrice en coulombs et volts, la capacité sera exprimée en *farads* (1 farad $=10^{-9}$ unités C. G. S.) Cette quantité est si grande, qu'on n'emploie que le microfarad $=10^{-15}$ unités C. G. S.

Section II. — Thermométrie.

(17) *Réduction des degrés du thermomètre de Fahrenheit.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
— 40	— 40,00	— 4	— 20,00	33	0,56	70	21,11
— 39	— 39,44	— 3	— 19,44	34	1,11	71	21,67
— 38	— 38,89	— 2	— 18,89	35	1,67	72	22,22
— 37	— 38,33	— 1	— 18,33	36	2,22	73	22,78
— 36	— 37,78	0	— 17,78	37	2,78	74	23,33
— 35	— 37,22	1	— 17,22	38	3,33	75	23,89
— 34	— 36,67	2	— 16,67	39	3,89	76	24,44
— 33	— 36,11	3	— 16,11	40	4,44	77	25,00
— 32	— 35,56	4	— 15,56	41	5,00	78	25,56
— 31	— 35,00	5	— 15,00	42	5,56	79	26,11
— 30	— 34,44	6	— 14,44	43	6,11	80	26,67
— 29	— 33,89	7	— 13,89	44	6,67	81	27,22
— 28	— 33,33	8	— 13,33	45	7,22	82	27,78
— 27	— 32,78	9	— 12,78	46	7,78	83	28,33
— 26	— 32,22	10	— 12,22	47	8,33	84	28,89
— 25	— 31,67	11	— 11,67	48	8,89	85	29,44
— 24	— 31,11	12	— 11,11	49	9,44	86	30,00
— 23	— 30,56	13	— 10,56	50	10,00	87	30,56
— 22	— 30,00	14	— 10,00	51	10,56	88	31,11
— 21	— 29,44	15	— 9,44	52	11,11	89	31,67
— 20	— 28,89	16	— 8,89	53	11,67	90	32,22
— 19	— 28,33	17	— 8,33	54	12,22	91	32,78
— 18	— 27,78	18	— 7,78	55	12,78	92	33,33
— 17	— 27,22	19	— 7,22	56	13,33	93	33,89
— 16	— 26,67	20	— 6,67	57	13,89	94	34,44
— 15	— 26,11	21	— 6,11	58	14,44	95	35,00
— 14	— 25,56	22	— 5,56	59	15,00	96	35,56
— 13	— 25,00	23	— 5,00	60	15,56	97	36,11
— 12	— 24,44	24	— 4,44	61	16,11	98	36,67
— 11	— 23,89	25	— 3,89	62	16,67	99	37,22
— 10	— 23,33	26	— 3,33	63	17,22	100	37,78
— 9	— 22,78	27	— 2,78	64	17,78	101	38,34
— 8	— 22,22	28	— 2,22	65	18,33	102	38,89
— 7	— 21,67	29	— 1,67	66	18,89	103	39,44
— 6	— 21,11	30	— 1,11	67	19,44	104	40,00
— 5	— 20,56	31	— 0,56	68	20,00	105	40,56
		32	— 0,00	69	20,56	106	41,12

Pour les températures supérieures à 100° Fahr., on décomposera le nombre de degrés Fahr. en un nombre entier de centaines et en un reste. On ajoutera au chiffre des degrés centigrades correspondant à ce reste, et pris dans la table **17**, le nombre des degrés centigrades correspondant aux centaines entières et que l'on trouvera dans la table **18**.

Exemple : 674° Fahr. = 600 + 74

Le 74e degré Fahr. correspond à... 23°,33 centigr. (Table **17**.)
600 degrés Fahr. valent .... 333 ,33 centigr. (Table **18**.)

Le 674e degré Fahr. correspond donc à 356°,66 centigr.

(18) *Valeurs en degrés centigrades d'une différence de 100, 200, etc.... degrés Fahr.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
100	55,56	1000	555,56	1900	1055,56	2800	1555,56
200	111,11	1100	611,11	2000	1111,11	2900	1611,11
300	166,67	1200	666,67	2100	1166,67	3000	1666,67
400	222,22	1300	722,22	2200	1222,22	3100	1722,22
500	277,78	1400	777,78	2300	1277,78	3200	1777,78
600	333,33	1500	833,33	2400	1333,33	3300	1833,33
700	388,89	1600	888,89	2500	1388,89	3400	1888,89
800	444,44	1700	944,44	2600	1444,44	3500	1944,44
900	500,00	1800	1000,00	2700	1500,00	3600	2000,00

1° Fahr. = 0°,55556 centigr. 1° centigr. = 1°,800 Fahr.
5° centigr. = 9° Fahr.

Le 32e degré Fahr. correspond à 0° centigr. Le 212° à + 100° centigr.
Le degré 0 Fahr. correspond à — 17,78 centigr.

(19) *Réduction des degrés du thermomètre de Réaumur.*

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
1	1,25	6	7,50	11	13,75	16	20,00
2	2,50	7	8,75	12	15,00	17	21,25
3	3,75	8	10,00	13	16,25	18	22.50
4	5,00	9	11,25	14	17,50	19	23,75
5	6,25	10	12,50	15	18,75	20	25,00

Réau-mur.	Centigr.	Réau-mur.	Centigr.	Réau-mur.	Centigr.	Réau-mur.	Centigr.
0.	0	0	0	0	0	0	0
21	26,25	36	45,00	51	63,75	66	82,50
22	27,50	37	46,25	52	65,00	67	83,75
23	28,75	38	47,50	53	66,25	68	85,00
24	30,00	39	48,75	54	67,50	69	86,25
25	31,25	40	50,00	55	68,75	70	87,50
26	32,50	41	51,25	56	70,00	71	88,75
27	33,75	42	52,50	57	71,25	72	90,00
28	35,00	43	53,75	58	72,50	73	91,25
29	36,25	44	55,00	59	73,75	74	92,50
30	37,50	45	56,25	60	75,00	75	93,75
31	38,75	46	57,50	61	76,25	76	95,00
32	40,00	47	58,75	62	77,50	77	96,25
33	41,25	48	60,00	63	78,75	78	97,50
34	42,50	49	61,25	64	80,00	79	98,75
35	43,75	50	62,50	65	81,25	80	100,00

1° Réaum. = 1,250 cent. 1° cent. = 0°,8 Réaum. 5° cent. = 4° Réaum

0° Réaum. correspond à 0° cent.
80° Réaum. — à 100° cent.

(20) *Comparaison des thermomètres à mercure et à gaz avec le thermomètre à hydrogène.*

Therm. à hydrog.	Verre français. (Chappuis).	Verre français. (Marek).	Cristal français (Marek).	Verre normal d'Iéna (Marek).	Therm. à azote (Chappuis).	Therm. à acide carbonique (Chappuis).
0	0	0	0	0	0	0
— 20	+ 0,172				+ 0,014	+ 0,171
— 10	+ 0,073				+ 0,077	+ 0,032
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
+ 10	— 052	— 044	— 060	— 056	— 006	0,025
20	— 085	— 073	— 100	— 091	— 01	— 043
30	— 102	— 091	— 125	— 109	— 011	— 054
40	— 107	— 098	— 134	— 111	— 011	— 059
50	— 103	— 096	— 132	— 102	— 009	— 059
60	— 090	— 086	— 118	— 086	— 005	— 053
70	— 072	— 070	— 096	— 064	— 001	— 044
80	— 050	— 050	— 068	— 041	— 001	— 030
90	— 026	— 026	— 035	— 018	— 003	— 016
100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

(21) *Réduction des températures marquées par un thermomètre à mercure à celle qu'indiquerait un thermomètre à air.*

T = degrés lus sur un thermomètre à mercure A construit en verre ou en cristal.
t = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *cristal.*
t' = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *verre.*

T	t	t'	T	t	t'
°	°	°	°	°	°
100	100	100	230	227,91	230,15
110	109,95	110,02	240	237,55	240,10
120	119,88	120,05	250	247,13	249,95
130	129,80	130,09	260	256,71	259,80
140	139,73	140,15	270	266,27	269,63
150	149,60	150,20	280	275,77	279,49
160	159,49	160,26	290	285,20	289,22
170	169,36	170,32	300	294,61	298,95
180	179,21	180,37	310	303,99	308,60
190	189,01	190,37	320	313,29	318,26
200	198,78	200,30	330	322,51	327,74
210	208,51	210,25	340	331,61	337,17
220	218,23	220,20	350	340,62	346,35

(22) *Emploi de la lunette pyrométrique de M. Le Châtelier pour l'évaluation des températures élevées.*

Cet appareil, modification du photomètre à œil de chat de M. Cornu, permet d'amener à égalité l'intensité de deux lumières, l'une constante au moins pendant la durée de l'opération, l'autre visée à travers un système de verres absorbants et d'un diaphragme à ouverture carrée variable entre certaines limites. On n'emploie que la partie rouge du spectre, le reste étant absorbé par un verre convenable (celui qui sert à faire les lanternes photographiques).

On détermine une fois pour toutes le coefficient d'absorption K d'un des verres absorbants. Pour cela, la lampe a essence minérale de l'appareil étant allumée depuis dix minutes, on vise une source lumineuse d'un éclat tel, que l'on puisse égaliser la teinte des deux demi-disques en manœuvrant l'œil de chat seulement. Soit N le nombre de divisions alors marqué par celui-ci. On interpose le verre absorbant et l'on constate que l'égalité des teintes est maintenant obtenue pour la division N'. On a

$$\left(\frac{N'}{N}\right)^2 = K.$$

Pour faire une mesure d'intensité lumineuse, on vise la source et on obtient l'égalité de teinte des demi-disques à l'aide de p verres absorbants et de n divisions de l'œil du chat. On vise alors la flamme de la lampe étalon à l'acétate d'amyle ou simplement celle d'une bougie stéarique et on obtient l'égalité des teintes avec n' divisions de l'œil de chat. Si on a dû modifier le tirage de la lunette pour ces deux

déterminations à cause de la différence de distance des sources, on cherche sur le tube les distances focales f et f' correspondant aux deux opérations. On a dès lors

$$I=\left(\frac{n'}{n}\right)^2\left(\frac{f}{f'}\right)^2\left(\frac{1}{K}\right)^p.$$

L'intensité 1 correspond à l'éclat du charbon à la température de la flamme $t=1250$ environ, Les autres intensités correspondent aux températures indiquées dans la table **23**, pourvu que le corps lumineux soit noir (charbon ou Fe^3O^4, ce dernier recouvrant le fer aux températures élevées). La table a été construite à l'aide de la formule

$$I=10^{6,7}.\ T^{-\frac{3210}{T}}$$

ou

$$\log I=6,7-\left(\log T\times\frac{3210}{T}\right).$$

Cette formule, dans laquelle $T=t+273$, a été établie par comparaison avec les données du pyromètre thermoélectrique. Il est possible qu'elle soit modifiée par des recherches ultérieures, mais l'instrument est dès à présent d'un usage pratique.

(23) *Intensités lumineuses d'un corps parfaitement noir.*

Intensités relatives.	Temp. centig.	Intensités relatives.	Temp. centigr.	Intensités relatives.	Temp. centigr.	Intensités relatives.	Temp. centigr.
0,00008	600°	0,078	1000°	3,35	1400°	39,0	1800°
0,00073	700	0,24	1100	6,7	1500	60,0	1900
0,0046	800	0,64	1200	12,6	1600	93,0	2000
0,020	900	1,63	1300	22,4	1700	1800	3000

(24) *Correction des points d'ébullition* (Crafts).

Les corps ayant à peu près le même point d'ébullition et appartenant à la même famille chimique subissent, dans les limites de variation de la pression atmosphérique, les mêmes abaissements ou élévations du point d'ébullition.

De là résulte que, pour ramener le point d'ébullition à la pression de 760 millimètres, il suffit d'employer les corrections indiquées pour la substance dont le point d'ébullition est le plus rapproché de celui du corps étudié. Exemple : On a trouvé pour la diphénylamine :

Température d'ébullition sous la pression de 721^mm :	301°,7
Correction prise dans la colonne Benzophénone	2°,26
	303°,96

Une détermination, faie au thermomètre à air, donne 303°,9

L'erreur est inférieure à 0°,1.

Les corrections sont déduites d'expériences faites au thermomètre à air (ou hydrogène) par Regnault (R), Ramsay et Young (R + Y) et Crafts (C).

Pression en mm.	R Eau.	R Alcool éthylique.	C Alcool propylique.	C Alcool amylique.	C Oxalate de méthyle.	R + Y Salicylate de méthyle.	C Anhydride phtalique.	C Phénol.	R + Y Aniline.
720	+1,50	+1,36	+1,52	+1,65	+1,87	+2,31	+2,71	+2,00	+2,09
725	1,31	1,18	1,33	1,44	1,63	2,01	2,35	1,75	1,82
730	1,12	1,01	1,13	1,23	1,39	1,72	1,99	1,49	1,55
735	0,93	0,84	0,94	1,02	1,16	1,43	1,64	1,23	1,29
740	0,74	0,67	0,75	0,81	0,92	1,14	1,31	0,97	1,03
745	0,56	0,50	0,56	0,61	0,69	0,86	0,98	0,74	0,78
750	0,37	0,33	0,37	0,40	0,46	0,57	0,65	0,49	0,52
755	0,18	0,17	0,19	0,20	0,23	0,28	0,32	0,25	0,26
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,18	−0,16	−0,18	−0,20	−0,23	−0,28	−0,30	−0,25	−0,25
770	−0,36	−0,32	−0,37	−0,39	−0,45	−0,56	−0,60	−0,49	−0,50
Pt. Éb. (H=760)	100	78	97	130	164	223	286	183	184

Pression en mm.	C Acétone.	C Benzophénone.	C Sulfobenzide.	C Anthraquinone.	R Sulfure de carbone.	R Bromure d'éthylène.	R Benzène.	R + Y Chlorobenzène.	C Métaxylène.
720	+1,56	+2,59	+2,73	+3,01	+1,66	+1,93	+1,73	+2,01	+2,08
725	1,34	2,26	2,38	2,62	1,45	1,69	1,50	1,76	1,80
730	1,16	1,93	2,03	2,24	1,24	1,45	1,27	1,49	1,53
735	0,97	1,60	1,79	1,86	1,03	1,20	1,06	1,23	1,26
740	0,77	1,27	1,34	1,48	0,83	0,96	0,84	0,98	1.00
745	0,58	0,95	1,00	1,11	0,62	0,72	0,63	0,73	0,74
750	0,38	0,64	0,67	0,74	0,41	0,48	0,42	0,48	0,49
755	0,19	0,32	0,33	0,37	0,20	0,24	0,21	0,23	0,24
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,19	−0,32	−0,32	−0,37	−0,20	−0,24	−0,21	−0,23	−0,23
770	−0,38	−0,63	−0,65	−0,73	−0,40	−0,48	−0,42	−0,47	−0,46
Pt. Éb. (H=760)	57	306	379	377	46	132	80	132	139

Pression en mm.	R + Y Bromobenzène.	R Essence de térébenthine.	C Naphtalène.	C Diphénylméthane.	R + Y Naphtalène bromé.	C Anthracène.	C Triphénylméthne.
720	+ 2,12	+ 2,28	+ 2,38	+ 2,69	+ 2,59	+ 2,74	+ 2,78
725	1,85	1,99	2,07	2,34	2,26	2,39	2,41
730	1,58	1,70	1.77	2,00	1,94	2,04	2,05
735	1,31	1,42	1,47	1,66	1,61	1,69	1,71
740	1,05	1,13	1,18	1,33	1,28	1,35	1,36
745	0,79	0,85	0.88	0,99	0.96	1,01	1,02
750	0,52	0,56	0,59	0,66	0,64	0.67	0,68
755	0,26	0,28	0,29	0,33	0,32	0.33	0,34
760	0 00	0,00	0,00	0.00	0,00	0,00	0,00
765	— 0,26	— 0,28	— 0,29	— 0,33	— 0,32	— 0,33	— 0,34
770	— 0,51	— 0,56	— 0,58	— 0,66	— 0,63	— 0,66	— 0,67
Pt. Éb. (H=760)	156	159	218	265	280	343	353

Section III. — Dilatation.

(25) *Coefficients de dilatation linéaire de quelques solides entre 0° et 100°.*

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
Corps simples.	0.0000	*Corps simples.*	0,0000
Aluminium............	2336	Carbone anthracite (Pensylvanie)........	1996
— à 600°......	3150	— charbon de Charleroi	2811
Antimoine cristallisé (c. moyen).............	1158	Cobalt.................	1244
Argent...............	1936	Cuivre................	1666
— à 900°...	2050	— de 0° à 300°....	1883
Bismuth cristallisé (c. moyen)............	1374	— à 1000°...	2000
Cadmium.............	3159	Étain..................	2269
Carbone (diamant).....	0132	Fer doux (pour électro-aimants)............	1228
— (charbon de cornue)	0551	Fer doux en fil........	1440
— graphite de Batongol)...........	0796	Fonte grise...........	1075
		— à 1000°.........	1750

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
Corps simples.	0,0000	*Alliages, bois, composés*	
Fer forgé (laminé).....	1140	*divers.*	0,0000
Fer forgé de 100° à 300°.	1330	Alliage Ag 716, Cu 284..	1904
Acier fondu trempé....	1362	Bromure d'argent fondu.	3469
— recuit.....	1113	Bois de sapin en long...	0370
Acier fondu angl. recuit.	1110	— — en travers.	0580
Acier dur	1400	— ébène en long.....	0970
Magnésium............	2762	Bronze	
Nickel à 50°...........	1286	— 86,3 Cu, 9,7 Sn, 4 Zn.	1802
— à 1000°.........	1820	— Cu 8, Sn 1.........	1816
Or..................	1470	— 81,2 Cu + 8,6 Zn +	
Palladiun forgé recuit..	1186	+ 9,9 Sn + 0,2 Pb.	1802
Phosphore de 0° à 40°.	0,0001253	— phosphoreux : dur	
Platine à 50°..........	0907	97,6 Cu, 2,2 Sn 0,2 Ph	1712
— à 1000°.........	1130	— 94,6 Cu, 4,8 Sn 0,7 Ph	1749
Plomb................	2799	Chlorure d'argent fondu.	3293
— vers 300°........	2947	Cuivre jaune (laiton)...	1879
Sélénium fondu........	3792	— — Cu 2 + Zn 1	2058
Soufre cristallisé, coeffic.		— — Cu 3 + Zn 1	2144
moyen à 50°........	6748	Glace de — 27 à 2°....	5140
Zinc.................	2269	Iodure d'argent fondu..	0139
Alliages, bois, composés		Iodure de plomb fondu.	3360
divers.		Marbre blanc de Carrare.	0848
Alliage des miroirs de té-		— noir de Galway.	0445
lescope........	1933	— de Saint-Béat...	0418
— des caractères d'im-		Pierre à bâtir (St-Leu)..	0649
primerie.......	2035	— (Vernon-sur-Seine).	0430
— platine iridié		— calcaire blanc.....	0251
1 Pt + 0,1 Ir	0883	— granit............	0896
— Pb.2, Sn1.........	2505	Porcelaine de Bayeux	
— Pb.7, Sn1.	2806	20° à 800°......	0413
— Au 645, Ag 355....	1638	— 1000° à 1400°.....	0550
— Au 879, Ag 121.....	1433	— vers 1500°........	0666
— Au 666, Ag 334.....	1552	Sel gemme (0° à 80°)..	4039

(26) ***Coefficient de dilatation cubique du mercure.***

Coefficient de dilatation apparente dans le verre $\frac{1}{6480} = 0,0001544$

— — absolu de 0° à 100° $\frac{1}{5550} = 0,00018018$

— — — de 100° à 200° $= 0,00018094$

— — de 200° à 300° $= 0,00018129$

(27) *Coefficient de dilatation cubique du verre de 0 à 100°*

Verre.	Coeffic.	Verre.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Verre blanc à base de soude.	2584	Cristal de Choisy-le-Roi	1902 à 2602
— — potasse	2285	Flint anglais..........	2435
— soude et potasse.	2547	— français	2616
Verre vert franç. en tubes	2299	— d'Iéna $N_o = 1,613$.	2193
Verre peu fusible français (en tubes)	2142	Crown Glass d'Iéna $N_o = 1,516$.........	2601
Verre ordinaire	2431 à 2758	Verre normal d'Iéna pour thermomètres...	2430
Verre à glaces de St-Gobain	2673	Verre tendre de Thuringe	2814

(28) *Coefficient de dilatation cubique du verre* (Regnault).

Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.	Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
0° à 50°..	227	2687	0° à 200°..	231	2908
100.00	228	2761	250...	232	2982
150...	230	2835	300...	233	3056

(29) *Détermination de la dilatation des liquides.*

On détermine le poids d'un thermomètre calibré vide (π), plein de mercure à zéro jusqu'à la division a près du réservoir ($\pi + P$), plein de mercure à zéro jusqu'à la division b, au haut de la tige ($\pi + P + p$). Soit $n = b - a$ et D = la densité du mercure à zéro. On a $\frac{P}{D}$ = volume du réservoir jusqu'à a à zéro; $\frac{p}{nD}$ = volume d'une division à zéro; il est donc facile de connaître le volume à zéro d'une portion quelconque de l'instrument. Une certaine quantité de mercure occupant à zéro le volume v, occupe à t^0 un volume calculé $v\ (1 + Kt)$; il atteint alors la division x, qui à zéro correspond au volume v'. On a $v\ (1 + Kt) = v'\ (1 + \delta_t)$, δ_t étant la dilatation du verre de l'instrument de zéro à t^0 : on connaît donc δ_t. Répétant l'expérience avec le liquide à zéro et à t^0, on a $V'\ (1 + \delta_t) = V\ (1 + X_t)$, X_t étant la dilatation du liquide de zéro à t^0.

(30) *Coefficients de dilatation de quelques liquides et de quelques solutions. Coefficient moyen de 0 à 100°.*

Formule $V_t = V_0 (1 + at + bt^2 + ct^3)$.

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Acétate d'amyle.....	0° à 124°	+ 11501	— 00904	+ 13015	12712
— d'éthyle.....	0—75	12738	+ 21914	11787	16109
— de méthyle..	7—54	12785	49742	35562	16262
Acétone............	0—54	13240	38090	— 08798	16160
Acide acétique......	16—107	10630	— 01263	+ 10876	11591
— azotique D = 1,40.........	0—100				11000
Acide butyrique (iso)	16—118	09763	+ 23976	— 03214	11839
— — (norm.)	16—132	10296	08310	+ 03590	11486
— caproïque....	15—155	09441	06836	02659	10391
— chlorhydrique HCl + 6,25 H^2O..	0—33	04460	04300		04890
HCl + 50 H^2O..	0—33	00625	87100		09335
HCl + 200 H^2O..	0—32	00153	97680		09921
Acide formique (éb. 105°,3)..........	5—104	09927	06251	05965	11149
Acide propionique..	0—133	10396	15487	00430	11988
— sulfurique SO^4H^2	0—30	05758	— 08640		04894
— SO^4H^2 + 50 H^2.	0—30	02835	+ 51600		07995
— — + 100 H^2.	0—29	01450	82860		09736
— — + 200 H^2.	0—27	00333	0,00001003		10363
— valérique norm.	8—144	09756	06185	03038	10678
Alcool amylique (de fermentation).....	113—132	09192	— 04614	17533	10484
Alcool benzylique...	0—100	07873	+ 05130	02725	08658
— butylique (norm.)	6—108	08375	28634	— 01241	11114
— éthylique D_0 = 0,8095...	0—80	10414	07836	+ 17620	
— méthylique.....	0—61	11342	13635	08741	13580
— propylique (iso).	0—83	10435	04430	27274	13605
— — (norm.)	0—94	07743	49689	— 14069	11305
Aldéhyde benzylique	0—152	09402	— 08204	+ 08060	09388
— éthylique..		15464	+ 69745		
Aniline............	7—154	08173	09191	00628	09155
Azotate d'éthyle....	9—72	11290	47915	— 18413	14240
Benzène............	11—81	11763	12775	+ 08065	13847
Benzoate d'éthyle...	0—100	09309	— 00634	05000	09746

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Brome	0° à 59°	+ 10622	+ 18771	— 03085	12190
Bromure d'amyle	0—80	10232	19009	+ 01976	12328
— d'éthyle	— 32—54	13376	15013	16900	16568
— d'éthylène * τ = 20.	»	09527	13165	01067	08519
— de méthyle.	— 32—28	14152	33153	$0{,}0_6 11381$	28848
— de phosphore	0—75	11394	16681	04012	13463
Butyrate de méthyle.	0—104	11306	24809	03623	14149
— (iso) de méthyle	0—87	12170	03833	22582	14812
Carbonate d'éthyle	11—106	11711	05260	09852	13222
Chloral	13—51	09545	— 32139	56392	12970
Chlore	— 102 à — 33,6	1409			
	— 30 à 0	1793			
	0—10	1978			
	15—20	2030			
	25—30	2190			
Chloroforme	0—63	11072	46673	— 17433	11602
Chlorure d'amyle	0—100	11755	05008	+ 13537	13570
*— d'antimoine (tri) τ = 73,2.	86—157	00805	10330		01103
— d'arsenic (tri)	0—130	09913	08491	02755	11038
— de benzoyle	12—146	08589	04422	02714	09303
— de carbone CCl^4	0—76	11838	08988	13714	14089
— — C^2Cl^4	0—75	10026	03280	15934	11602
— d'étain	0—113	11606	06462	07727	13024
— d'éthyle	— 32—26	15746	28137	15699	
— d'éthylène	— 28—84	11189	10469	01034	12340
— d'éthylidène	17—61	12907	01183	21339	15160
— de phosphore (tri)	0—75	11394	16681	04012	13463
— de propyle (iso)	0—34	13696	55287		
— — (norm.)	0—42	13306	38313	— 13859	15751
— de soufre S^2Cl^2.	12—111	09591	— 00382	+ 07319	10285
— de titane	0—136	09826	+ 05055	05131	10845
Essence de térébenthine D = 0,884.	— 9—106	09003	19595	— 04500	10513
Glycérine		04853	04895		05343
Huile d'olive		06822	11405	— 05390	07422

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Iodure d'allyle	0—101	+ 10539	+06357	+ 10036	12178
— d'amyle........	20—142	09266	14647	00596	10790
— de butyle(norm.)	7—111	09607	22362	— 05029	113402
— d'éthyle........	10—65	11520	02603	+ 14181	13198
— de propyle (norm.)	10—98	10276	18658	— 00051	12137
Naphtalène * $\tau = 79,2$.	98—194	08231	04155	+ 03997	08481
Nitrobenzène.......	14—164	08263	05225	01378	08922
Oxalate d'éthyle....	»	10688	08417	04730	12003
Oxychlorure de phosphore	0—107	10643	11267	05299	12300
Oxyde de butyle....	21—111	10723	13297	06715	12724
— d'éthyle	0—33	14803	35032	27007	
— de méthyle et de phényle (anisol).	12—129	08074	25718	— 02946	10351
— propyle........	0—88	12132	39318	— 13644	14699
— propyle (iso)...	0—67	12872	42923	— 05857	16579
Pétrole D = 0,8467 .	24—120	08994	13960		10390
Phénol	36—157	08340	01073	+ 04446	08892
Propionate de méthyle............	0—74	13049	— 13275	46943	16416
Solutions :					
* Azotate de potassium 5,3 % $\tau = 20$.	20—78	02949	30570		05395
* — 21.9 % $\tau = 20$.	20—78	04238	19190		05773
* Azotate de sodium 8,6 % $\tau = 20$.	20—78	03564	26600		05692
* 36,2 % $\tau = 20$.	20—78	05408	10750		06268
Chlorure de calcium 5,8 %.	18—25	00788	42742		05062
— 40,9 %.	17—24	04238	08571		05095
— de potassium 2,5 %.	10—23	— 00027	57490		05722
— — 24,3 %.	16—25	+ 02695	20800		04775
— de sodium 1,6 %.	0—26	00213	0,0000 10462		10675
— — 6,1 %.	0—28	01457	75160		08973
— — 20,6 %.	0—29	03640	24740		06114

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Sulfate de sodium 1,9 %.	0—40	+ 00448	94800		09928
— — 24 %.	11—40	03599	25160		06115
Sulfate acide $NaHSO^4$ 3,2 %.	0—34	00854	96100		10464
— — 21 %.	0—34	05364	09500		06314
Sucre 43,2 %......	0—33	02536	44940		07030
Sulfocyanure d'allyle.............	10—131	10713	00327	07357	11481
Sulfure de carbone..	— 34—60	11398	13707	19123	14681
— d'éthyle....	0—90	11964	18065	07882	14559
— de méthyle.	0—111	10171	15761	01097	11937

N. B. Pour les corps marqués d'une * le volume a été évalué à τ; la formule devient :

$$V = 1 + a(t-\tau) + b(t-\tau)^2 + c(t-\tau)^3.$$

(31) *Coefficient de dilatation de quelques gaz entre 0° et 100°.*

Gaz.	Volume constant.	Pression constante.	Gaz.	Volume constant.	Pression constante.
Air atmosphérique.	0,3665	0,3670	Acide carbonique..	0,3688	0,3710
Hydrogène........	0,3667	0,3661	Protoxyde d'azote.	0,3676	0,3719
Azote............	0,3668	0,3670	Acide sulfureux...	0,3845	0,3903
Oxyde de carbone..	0,3667	0,3669	Cyanogène.......	0,3829	0,3877

Section IV. — Barométrie.

Réduction des hauteurs barométriques à zéro.

(32) FORMULE EXACTE.

$$h = H\frac{5550}{5550+t}(1+kt)$$

h hauteur réduite.
H hauteur observ. (corrig. de la capillarité 36)
t Température de l'expérience.
k Coefficient de dilatation linéaire de l'échelle.

(33) SOLUTION APPROCHÉE.

Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur verre pour la réduire à zéro.

(Correction additive pour les degrés négatifs.) **(BUNSEN.)**

H : hauteur observée. **α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.**

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t=1	α=0,120	0,121	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127
2	0,240	0,241	0,243	0,245	0,246	0,248	0,250	0,252	0,254
3	0,359	0,362	0,364	0,367	0,370	0,372	0,375	0,377	0,380
4	0,479	0,483	0,486	0,489	0,493	0,496	0,500	0,503	0,506
5	0,599	0,603	0,607	0,612	0,616	0,620	0,625	0,629	0,633
6	0,719	0,724	0,729	0,734	0,739	0,744	0,749	0,755	0,760
7	0,838	0,844	0,850	0,856	0,862	0,868	0,874	0,880	0,886
8	0,958	0,965	0,972	0,979	0,986	0,992	0,999	1,006	1,013
9	1,078	1,086	1,093	1,101	1,109	1,116	1,124	1,132	1,140
10	1,198	1,206	1,215	1,223	1,232	1,240	1,249	1,258	1,266

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t=1	α=0,127	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,133
2	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	0,263	0,265	0,267
3	0,382	0,385	0,388	0,390	0,393	0,395	0,398	0,400
4	0,510	0,513	0,517	0,520	0,524	0,527	0,530	0,534
5	0,637	0,642	0,646	0,650	0,654	0,659	0.663	0,667
6	0,765	0,770	0,775	0,780	0,785	0,790	0,796	0,801
7	0,892	0,898	0,904	0,910	0,916	0,922	0,928	0,934
8	1,020	1,027	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061	1,068
9	1,147	1,155	1,163	1,170	1,178	1,186	1,193	1,201
10	1,275	1,283	1,292	1,300	1,309	1,317	1,326	1,335

(34) *Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur laiton, pour la réduire à zéro.*

(Correction additive pour les degrés négatifs.) **(DELCROS.)**

H : hauteur observée. **α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.**

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t=1	α=0,1130	0,1138	0,1146	0,1154	0,1162	0,1170	0,1178	0,1186	0,1194
2	0,226	0,228	0,229	0,231	0,232	0,234	0,236	0,237	0,239
3	0,339	0,341	0,344	0,346	0,349	0,351	0,353	0,356	0,358
4	0,452	0,455	0,458	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,478
5	0,565	0,569	0,573	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597
6	0,678	0,683	0,688	0,692	0,697	0,702	0,707	0,712	0,716
7	0,791	0,797	0,802	0,808	0,813	0,819	0,825	0,830	0,836
8	0,904	0,910	0,917	0,923	0,930	0;936	0,942	0.949	0,955
9	1,017	1,024	1,031	1,039	1,046	1,053	1,060	1,067	1,075

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	α=0,1202	0,1210	0,1218	0,1227	0,1235	0,1243	0,1251	0,1259
2	0,240	0,242	0,244	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252
3	0,361	0,363	0,365	0,368	0,370	0,373	0,375	0,378
4	0,481	0,484	0,487	0,491	0,494	0,497	0,500	0,504
5	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	0,629
6	0,721	0,726	0,731	0,736	0,741	0,746	0,751	0,755
7	0,841	0,847	0,853	0,859	0,864	0,870	0,876	0,881
8	0,962	0,968	0,974	0,982	0,988	0,994	1,001	1,007
9	1,082	1,089	1,096	1,104	1,111	1,119	0,126	1,133

Soit pour un baromètre gradué sur verre, H = 759mm à 23°; on a dans la colonne 760 :

Pour	20°......	2,600
	3°......	0,390
La somme.....		2,990

retranchée de 759, donne pour H la hauteur réduite 756,01.

(35) *Hauteur à retrancher de la colonne de mercure lue dans un tube gradué sur verre pour la réduire à zéro.*

H.	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°
mm 100	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45
150	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67
200	0,35	0,42	0,48	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90
250	0,43	0,52	0,61	0,69	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12
300	0,52	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	1,14	1,25	1,35
350	0,61	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57
400	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,38	1,52	1,66	1,80
450	0,78	0,93	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02
500	0,87	1,04	1,12	1,30	1,56	1,73	1,90	2,08	2,25
550	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28	2,47
600	1,04	1,25	1,45	1,66	1,87	2,08	2,28	2,49	2,70
650	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,70	2,92
700	1,21	1,45	1,70	1,94	2,18	2,42	2,66	2,91	3,03
750	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,85	3,11	3,37
800	1,38	1,66	1,94	2,21	2,49	2,77	3,05	3,32	3,60
850	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,53	3,82
900	1,56	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	3,43	3,74	4,05
1000	1,64	1,97	2,30	2,63	2,96	3,29	3,62	3,94	4,27

(36) *Hauteur à ajouter à la hauteur barométrique observée pour la corriger de l'action capillaire* (DELCROS).

R = Rayon du tube en millimètres.
F = Flèche ou hauteur du ménisque en millimètres.
α = Correction en millimètres.

R	F=0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
2	α 0,60	0,89	1,16	1,41	1,65	1,86	2,05	2,21	2,35	....	....	....	....	....	....
2,2	0,49	0,72	0,95	1,16	1,36	1,54	1,71	1,83	1,98	2,09	....	....	....	....	....
2,4	0,40	0,60	0,79	0,97	1,14	1,29	1,44	1,57	1,68	1,78	1,87	....	....	....	....
2,6	0,34	0,50	0,66	0,81	0,96	1,09	1,22	1,33	1,44	1,53	1,61	1,68	....	....	....
2,8	0,29	0,43	0,56	0,69	0,82	0,93	1,04	1,14	1,24	1,32	1,39	1,46	1,51	....	....
3	0,24	0,36	0,48	0,59	0,70	0,80	0,90	0,99	1,07	1,14	1,21	1,27	1,32	1,37	....
3,2	0,21	0,31	0,41	0,51	0,60	0,69	0,78	0,86	0,93	1,00	1,06	1,11	1,16	1,20	1,24
3,4	0,18	0,27	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	1,02	1,06	1,10
3,6	0,16	0,23	0,31	0,38	0,46	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81	0,86	0,90	0,94	0,97
3,8	0,14	0,21	0,27	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86
4	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
4,2	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,68
4,4	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
4,6	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54
4,8	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49
5	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44
5,2	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
5,4	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35
5,6	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32
5,8	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
6	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25

(37) *Relation entre la hauteur barométrique et l'altitude.*

Soit h la hauteur du baromètre à une altitude donnée, H celle qu'on observait au même instant à une station d'une altitude moindre et située à peu de distance de la première ; si la température aux deux stations est t et T, on a, sans tenir compte de corrections qui interviennent surtout pour l'évaluation des hauteurs de montagnes situées à une latitude éloignée de 45° et en appelant D la différence des altitudes en mètres,

$$D = 18336^{m} \log \frac{H}{h}\left(1 + \frac{2(t+T)}{1000}\right),$$

d'où, si la station inférieure est au niveau de la mer et si l'on suppose la température invariable, on obtiendra la hauteur réduite au niveau de la mer par la formule

$$\log H = \log h + \frac{D}{18336 \times \left(1 + \frac{4t}{1000}\right)}.$$

Aux environs de 760^{mm}, une variation de 1 millimètre dans la pression correspond à une différence de $10^{m},5$ dans l'altitude.

Section V. — Tensions de vapeur.

(38) *Tension de la vapeur de mercure.* (Regnault.)

Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.
0	0,02	170	8,091	290	194,46	410	1864
»	»	180	11,000	300	242,15	420	2178
50	0,113	190	14,84	310	299,69	430	2533
»	»	200	19,90	320	368,73	440	2934
90	0,514	210	26,35	330	450,91	450	3384,35
100	0,746	220	34,70	340	548,35	460	3888
110	1,073	230	45,35	350	663,18	470	4450
120	1,534	240	58,82	360	797,74	480	5062
130	2,175	250	75,75	370	954,65	490	5761
140	3,059	260	96,73	380	1139,65	500	6520,25
150	4,266	270	123,01	390	1346,71	510	7354
160	5,900	280	155,17	400	1587,96	520	8265

(39) *Tension de la vapeur d'eau en millimètres de mercure de 15° à 101° (Broch) et de 101 à 230°. (Regnault.)*

Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Atmosph.
— 15	1,44	36	44,1	79	340	100,0	760	1
10	2,15	37	46,7	80	354	100,1	762,7	
5	3,16	38	49,2	81	369	100.2	765,5	
4	3,40	39	52,0	82	385	100,3	768,2	
3	3,67	40	54,9	83	400	100,4	771,0	
2	3,95	41	57,9	84	416	100,5	773,7	
— 1	4,25	42	61,0	85	433	100,6	776,5	
0	4,57	43	64,3	86	450	100,7	779,3	
+ 1	4,91	44	67,7	87	468	100,8	782,1	
2	5,27	45	71,4	88	487	100,9	784,9	
3	5,66	46	75,1	89	506	101	787,7	
4	6,07	47	79,1	90	525			
5	6,51	48	83,2	90,5	535	102	816	
6	6,97	49	87,5	91	546	103	845	
7	7,47	50	92,0	91,5	556	104	875	
8	8,0	51	96,7	92	567	105	906	1,20
9	8,5	52	101,5	92,5	577	106	938	
10	9,1	53	106,7	93	588	108	1004	
11	9,8	54	112,0	93,5	599	110	1075	1,40
12	10,4	55	117,5	94	611	115	1269	1,66
13	11,1	56	123,3	94,5	622	120	1491	1,96
14	11,9	57	129,3	95	634	125	1744	2,30
15	12,7	58	135,6	95,5	645	130	2030	2,67
16	13,5	59	142,1	96	657	135	2354	3,10
17	14,4	60	148,9	96,5	669	140	2718	3,57
18	15,3	61	156,0	97	682	145	3125	4,1
19	16,3	62	163,3	97,5	694	150	3581	4,7
20	17,4	63	170,9	98	707	155	4088	5,3
21	18,5	64	178,9	98,5	720,0	160	4652	6,1
22	19,6	65	187,1	98,6	722,6	165	5274	6,9
23	20,8	66	195,7	98,7	725,3	170	5962	7,8
24	22,1	67	205	98,8	727,9	175	6717	8,8
25	23,5	68	214	98,9	730,5	180	7546	9,9
26	25	69	223	99,0	733,2	185	8644	11,1
27	26,5	70	233	99,1	735,8	190	9443	12,4
28	28,1	71	244	99,2	738,5	195	10520	13,9
29	29,7	72	254	99,3	741,1	200	11689	15,4
30	31,5	73	265	99.4	743,8	205	12956	17,5
31	33,4	74	277	99,5	746,5	210	14325	18.8
32	35,3	75	289	99,6	749,2	215	15801	20,8
33	37,4	76	301	99,7	751,9	220	17390	22,9
34	39,5	77	314	99,8	754,6	225	19097	25,3
35	41,8	78	327	99,9	757,3	230	20926	27,5

Atm.	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25
Temp.	120,6	133,9	144,0	152,2	159,2	165,3	170,8	180,3	199	213	225

(40) *Tension de vapeur de divers corps en millimètres de mercure.*

Naphtaline.				Benzophénone.				Soufre.	
°		°		°		°		°	mm
215,8	722,0	217,2	745,4	303,7	723,9	305,1	744,7	390	272
9	723,7	3	747,1	8	724,8	2	746,2	400	329
216,0	725,3	4	748,8	9	726,3	3	747,8	410	395
1	727,0	5	750,5	304,0	727,8	4	749,4	420	472
2	728,4	6	752,2	1	729,3	5	750,9	430	561
3	730,3	7	753,9	2	730,9	6	752,5	440	663
4	732,0	8	755,3	3	732,4	7	754,0	444	708
5	733,6	9	757,0	4	733,9	8	755,6	445	720
6	735,3	218,0	760,7	5	735,4	9	757,2	446	731
7	737,0	1	762,5	6	737,0	306,0	758,7	447	743
8	738,7	2	764,2	7	738,5	1	760,3	448	755
9	740,3	3	765,9	8	740,1	2	761,9	449	767
217,0	742,0	4	767,3	9	741,6	3	763,5	450	779
217,1	743,7			305	743,4	4	765,1	460	913

(41) *Tension de vapeur de quelques gaz liquéfiés, en centimètres de mercure.* (Regnault.)

Températ.	Acide sulfureux.	Oxyde de méthyle.	Chlorure de méthyle.	Ammoniaque.	Hydrogène sulfuré.	Acide carbonique.	Protoxyde d'azote.	Cyanogène.
— 30	28,7	57,6	58	86	....	....	....	...
— 25	37,4	71,6	72	110	375	1300	1570	...
— 20	48	88	88	140	444	1515	1760	79
— 15	60,8	108	108	174	520	1760	1970	111
— 10	76,3	131	131	215	608	2035	2200	140
— 5	94,7	157	158	262	707	2345	2460	174
0	116,5	188	189	318	821	2700	2740	204
5	142	223	225	383	950	3070	3060	240
10	180	263	267	457	1090	3500	3420	290
15	206,5	308	313	542	1250	3965	3780	335
20	246	359	367	639	1415	4470	4200	380
25	292	415	427	748	1600	5020	4670	...
30	343	478	494	870	1800	5610	5170	...
35	402	.....	570	1007	2020	6245	5730	...
40	467	.....	...	1160	2260	6920	6340	...
45	540	.....	...	1330	2500	7332	....	...
50	622	.....	...	1516	2780	....	....	...
55	742	.....	...	1722	3070	....	....	...
60	812	.....	...	1950	3375	....	....	...
Point d'ébullition sous 76 cent.	—10,08	—23,65	—23,73	—38,5	—61,8	—78,2	—87,9	—20,7

(42) *Températures et pressions critiques.*

Les observateurs sont désignés par les abréviations suivantes :

Ad. Andrews.
As. Ansdell.
C. C. Cailletet et Colardeau.
Col. Colardeau.
D. Dewar.
d. H. de Heen.
Il. Ilosway.
K. Knietsch.
L. Ladenburg.
Mend. Mendéléeff.
N. Nadesjdine.
N. P. Nilson et Petterson
Og. Ogier.
O. Olzewski.
R. Y. Ramsay et Young.
Sj Sajotschewski.
V. C. Vincent et Chappuis.
W. Wrobleswski.
v. d. W. van der Waals.
Y. Young.
Y. T. Young et Thomas.

Corps.	Formules.	Températ. critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Acétal	$C^6H^{14}O^2$	254,4		P.
Acétate de butyle (iso)	$C^6H^{12}O^2$	305,9		P.
— — (norm)	$C^6H^{12}O^2$	288,3	31,4	N.
— d'éthyle	$C^4H^8O^2$	250,1	38,0	Y. T.
— de méthyle	$C^3H^6O^2$	233,7	46,29	Y. T.
— de propyle	$C^5H^{10}O^2$	276,3	34,8	N.
Acétone	C^3H^6O	237,5	60,0	Sj.
Acétylène	C^2H^2	37,05	68,0	As.
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	321,65	57,11	Y.
— carbonique	CO^2	31,1	73,0	Ad.
		30,92	77,0	Ad.
— chlorhydrique	HCl	52,3	86,0	D.
— propionique	$C^3H^6O^2$	339,9		P.
— sélénhydrique	H^2Se	137,0	91,0	O.
— sulfhydrique	H^2S	100,2	92,0	D.
— sulfureux	SO^2	155,4	78,9	Sj.
Alcool allylique	C^3H^6O	271,9		N.
— amylique (iso)	$C^5H^{12}O$	306,6		P.
— butylique	$C^4H^{10}O$	270,5		d. H.
— butylique (iso)	$C^4H^{10}O$	265,0	48,27	N.
— butylique tertiaire	$C^4H^{10}O$	234,9		P.
— éthylique	C^2H^6O	243,1	62,97	R. Y.
— méthylique	CH^4O	240,0	78,5	R. Y.
— propylique	C^3H^8O	263,7	50,16	R. Y.
— propylique (iso)	C^3H^8O	234,6	53,1	N.
Aldéhyde vinique	C^2H^4O	181,5		v. d. W.
Ammoniaque	AzH^3	130,0	115,0	D.

Corps.	Formules.	Températ. critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Amylène	C^5H^{10}	201,0		P.
Amylène (iso)	C^5H^{10}	191,6	33,9	N.
Azote	Az^2	—146,0	33,0	W.
		—146,0	35,0	O.
Benzène	C^6H^6	288,5	47,9	Y.
Biallyle	C^6H^{10}	234,4		P.
Bi-isobutyle	C^8H^{18}	270,8		P.
Brome	Br^2	302,2		N.
Bromure d'éthyle	C^2H^5Br	226,0		P.
Butylène (iso)	C^4H^6	150,8		N.
Butyrate d'éthyle	$C^6H^{12}O^2$	292,8	30,24	N.
— de méthyle	$C^5H^{10}O^2$	278,0	36,02	N.
— de propyle	$C^7H^{14}O^2$	326,6		P.
Butyrate (iso) d'éthyle	$C^6H^{12}O^2$	280,4	30,13	N.
— de méthyle	$C^5H^{10}O^2$	273,6		P.
— de propyle	$C^7H^{14}O^2$	316,0		P.
Caprylène	C^8H^{16}	298,6		P.
Chlore	Cl^2	141,0	83,9	D.
		140,0	93,5	K.
Chloroforme	$CHCl^3$	260,0	54,9	Sj.
Chlorure d'allyle	C^3H^5Cl	240,7		P.
— de carbone (tétra)	CCl^4	283,15	44,97	Y.
— d'étain (tétra)	$SnCl^4$	318,7	36,95	Y.
— d'éthyle	C^2H^5Cl	182,6	52,6	Sj.
— d'éthylène	$C^2H^4Cl^2$	288,4	53,0	N.
— d'éthylidène	$C^2H^4Cl^2$	250,0	50,0	N.
— de germanium (tétra)	$GeCl^4$	276,9	38,0	N. P.
— de méthyle	CH^3Cl	141,5	73,0	V. C.
— de méthylène	CH^2Cl^2	245,1		N.
— de phényle	C^6H^5Cl	360,7	44,69	Y.
— de phosphore (tri)	PCl^3	285,5		P.
— de propyle	C^3H^7Cl	221,0	49,0	V. C.
— de silicium (tétra)	$SiCl^4$	230,0		Mend.
Crotonate d'éthyle	$C^6H^{10}O^2$	326,0		P.
Cyanogène	C^2Az^2	124,0	61,7	D.
Eau	H^2O	365,0	200,5	C. C.
Ethane	C^2H^6	35,0	45,2	D.
Ethylamine (mono)	C^2H^7Az	177,0	66,0	V. C.
— (di)	$C^4H^{11}Az$	220,0	38,7	Sj.
— (tri)	$C^6H^{15}Az$	259,0	30,0	V. C.

Corps.	Formules.	Température critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Ethylène	C^2H^4	10,1	51,0	D.
Fluorure de méthyle	CH^3F	44,9	62,0	Col.
— de phényle	C^6H^5F	286,55	44,62	Y.
Formiate d'amyle	$C^6H^{12}O^2$	302,6	34,12	N.
— d'amyle (iso)	$C^6H^{12}O^2$	304,6		P.
— de butyle (iso)	$C^5H^{10}O^2$	278,2	38,29	N.
— d'éthyle	$C^3H^6O^2$	235,3	46,83	Y. T.
— de méthyle	$C^2H^4O^2$	214,0	59,25	Y. T.
— de propyle	$C^4H^8O^2$	264,85	40,08	Y. T.
Hexane	C^6H^{14}	250,3		P.
Hydrogène silicié	H^4Si	— 0,5	100 env.	Og.
Méthane	CH^4	—95,5	50,0	D.
Méthylamine (mono)	CH^3Az	155,0	72,0	V. C.
— (di)	C^2H^7Az	163,0	56,0	V. C.
— (tri)	C^3H^9Az	160,5	41,0	V C.
Oxyde de carbone	CO	—141,1 —139,5	35,9 35,5	W. O.
— d'éthyle (éther)	$C^4H^{10}O$	194,4	35,61	R. Y.
— d'éthyle et d'allyle	$C^5H^{10}O$	245,0		P.
— d'éthyle et de propyle	$C^5H^{12}O$	233,4		P.
— de méthyle	C^2H^6O	129,6		N.
— de méthyle et d'éthyle	C^3H^8O	168,4	46,27	N.
Oxygène	O^2	—118,0 —118,8	50,0 50,8	W. O.
Oxysulfure de carbone	COS	105,0		H.
Pentane (iso)	C^5H^{12}	194,8		P.
Peroxyde d'azote	AzO^2	171,2		N.
Propionate de butyle (iso)	$C^7H^{14}O^2$	318,7		P.
— d'éthyle	$C^5H^{10}O^2$	272,4	34,64	N.
— de méthyle	$C^4H^8O^2$	257,4	39,52	Y. T.
— de propyle	$C^6H^{12}O^2$	290,5		d. H.
Propylamine	C^3H^9Az	218,0	50,0	V. C.
Propylène	C^3H^6	97,0		N.
Protoxyde d'azote	Az^2O	35,4	75,0	D.
Sulfure de carbone	CS^2	273,5	55,38	D.
Thiophène	C^4H^4S	317,3	47,7	P.
Toluène	C^7H^8	320,8		P.
Valérate d'éthyle	$C^7H^{14}O^2$	297,0		d. H.
— de méthyle	$C^6H^{12}O^2$	293,7	31,5	N.

(43) *Tensions de vapeur de différents liquides (en millimètres de mercure).*

Températ.	(1) Benzène C^6H^6	(1) Fluobenzène C^6H^5Fl	(1) Chlorobenzène C^6H^5Cl	(1) Bromobenzène C^6H^5Br	(1) Iodobenzène C^6H^5I	(2) Tétrachlorure de carb. CCl^4	(2) Chlorure stannique $SnCl^4$	(3) Éther $(C^2H^5)O$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
—20		6,15				10,29		62,99
—10	14,83	11,61				18,89	3,08	111,81
0	26,54	20,92	2,56			33,08	5,88	184,90
10	45,43	36,11	4,86			55,51	10,72	291,80
20	74,66	59,93	8,83			89,61	18,72	442,35
30	118,24	95,94	15,35	5,67	1,48	139,64	31,42	647,95
40	181,10	148,55	25,68	10,00	2,73	210,71	50,88	921,20
50	269,00	223,15	41,46	16,92	4,83	308,09	79,68	1276,1
60	388,60	326,00	64,78	27,54	8,24	440,67	121,10	1728,1
70	547,40	464,30	98,22	43,31	13,57	613,80	178,80	2293,9
80	753,60	646,00	144,90	66,01	21,64	836,35	257,50	2991,4
90	1016,1	879,70	208,35	97,80	33,50	1117,0	362,20	3839,7
100	1344,3	1174,9	292,75	141,25	50,44	1464,8	498,50	4859,0
110	1748,2	1541,3	402,70	199,25	74,04	1889,4	672,70	6070,4
120	2238,1	1989,2	543,30	275,25	106,15	2400,8	891,40	7495,7
130	2824,9	2529,5	720,05	373,00	148,95	3009,1	1162,0	9157,4
140	3520,0	3173,0	938,85	496,75	204,90	3725,1	1491,0	11078
150	4334,8	3931,4	1206,0	651,00	276,70	4559,6	1888,0	13281
160	5281,9	4816,7	1528,3	840,80	367,45	5524,6	2359,0	15788
170	6374,1	5841,6	1912,8	1071,6	480,40	6631,9	2914,0	18622
180	7625,2	7018,9	2367,2	1349,3	619,25	7894,8	3561,0	21804
190	9049,4	8363,5	2899,4	1679,9	787,90	9326,7	4309,0	25355
200	10663	9890,5	3518,3	2070,1	990,60	10943	5168,0	
210	12482	11617	4233,0	2527,0	1232,0	12759	6147,0	
220	14526	13561	5053,8	3057,8	1517,1	14793	7257,0	
230	16815	15745	5991,8	3670,2	1851,5	17066	8509,0	
240	19369	18190	7059,6	4372,5	2241,2	19596	9915,0	
250	22214	20924	8270,5	5173,0	2693,2	22409	11488	
260	25376	23977	9639,8	6080,8	3214,9	25532	13242	
270	28885	27384	11185	7104,8	3815,0	28992	15190	
280	32772	31182	12925	8254,9	4503,4	32825	17351	
290							19742	
300							22382	
310							25294	
Temp. critiq.	288°5	286°55	359°45	(397°)*	(448°)*	283°15	318°7	194°4
Press. critiq.	36395	33912	33998	(33910)	(33910)	34180	28080	27060

* Calculé. — (1) S. Young, *Chem. Soc.*, **55**, 486. — (2) *Ibid.*, **59**, 911. — (3) Ramsay et Young, *Phil. Trans.*, 1887, A. 57.

Tensions de vapeur de différents liquides (en millimètres de mercure).

Tempér.	(4) Isopentane C^5H^{12}	(4) Hexane normal C^6H^{14}	(5) Alcool méthyl. CH^3OH	(6) Alcool éthyl. C^2H^5OH	(7) Alcool propyl. C^3H^7OH	(8) Eau H^2O	(9) Acide acétique CH^3COOH
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
— 30	58,30	7,45	—	—	—	—	—
— 20	100,05	14,25	7,60	—	—	—	—
— 10	163,95	25,90	15,40	—	—	—	—
0	257,75	44,92	29,60	12,24	3,49	—	3,30
10	390,50	74,67	54,22	23,73	7,39	—	6,38
20	572,60	119,40	95,10	43,79	14,78	—	11,73
30	815,35	184,40	160,30	78,11	28,13	—	20,61
40	1131,1	275,85	260,45	133,40	51,12	—	34,77
50	1533,2	400,90	409,45	219,80	89,00	—	56,56
60	2035,6	567,60	625,10	350,20	148,95	—	88,94
70	2653,0	784,80	926,60	540,90	240,45	—	136,0
80	3400,8	1062,0	1340,3	811,80	375,30	—	202,3
90	4295,6	1409,4	1894,6	1186,5	568.10	—	293,7
100	5354,5	1837,6	2622,5	1692,3	835,90	—	417,1
110	6596,1	2358,0	3561,1	2359,8	1198,2	—	580,8
120	8039,9	2982,4	4751,3	3223,0	1677,0	1484	804,0
130	9706,7	2723,1	6239,2	4318,7	2295,9	2019	1083,0
140	11620	4593,0	8072,5	5686,6	3080,3	2694	1431,0
150	13804	5606,5	10306	7368,7	4057,1	3568	1863
160	16285	6777,7	12999	9409,9	5253,4	4652	2392
170	19094	8122,9	16213	11858	6697,8	5937	3034
180	22262	9659,4	20016	14764	8418,8	7487	3809
190		11407	24481	18185	10445	9403	4735
200		13385	29688	22182	12809	11625	5836
210		15619	35722	26825	15539	14240	7134
220		18133	42676	32196	18667	17365	8655
230		20960	50651	38389	22230	20936	10426
240			59760	45519	26263	25019	12475
250					30807	29734	14832
260					35908	35059	17527
270						41101	20590
280							24055
290							27951
300							32312
310							37168
320							42550
T. cr.	187°8	234°8	240°0	243°1	263°7	—	321°6
Pr. cr.	25010	22500	59760	47850	38120	—	43400

(4) Young (inédit). — (5) Ramsay et Young, *Phil. Trans.*, 1887, A. — (6) *Ibid.*, 1886. — (7) *Ibid.*, 1889. — (8) *Ibid.*, 1892. — (9) Ramsay, Young et Thomas, *Chem. Soc.*, **49**, 796; Young, *ibid.*, **59**, 903.

Tensions de vapeur de différents liquides en millimètres de mercure (Young et Thomas, *Chem. Soc.*, **63**, 1191).

Températures.	Formiate de méthyle $HCOOCH^3$.	Formiate d'éthyle $HCOOC^2H^5$.	Formiate de propyle $HCOOC^3H^7$.	Acétate de méthyle CH^3 | $COOCH^3$.	Acétate d'éthyle CH^3 | $COOC^2H^5$.
	mm	mm	mm	mm	mm
— 20	67,70	22,50		19,05	6,55
— 10	117,65	41,50	11,40	35,15	12,95
0	195,00	72,45	21,40	62,10	24,30
10	309,4	120,35	37,85	104,8	42,70
20	476,4	192,5	63,90	169,8	72,80
30	707,9	297,5	104,1	265,8	118,7
40	1029	446,7	163,6	400,4	186,2
50	1452	649,4	249,4	588,2	282,2
60	1991	917,6	364,9	837,5	415,4
70	2673	1266	523,9	1167	596,3
80	3508	1710	734,5	1589	832,7
90	4524	2266	1003	2120	1130
100	5774	2950	1343	2779	1515
110	7278	3781	1772	3584	1995
120	9016	4778	2288	4556	2585
130	11105	5960	2914	5714	3300
140	13570	7348	3673	7083	4164
150	16330	8964	4560	8694	5176
160	19500	10830	5617	10555	6368
170	23015	12972	6808	12680	7736
180	27040	15374	8175	15120	9322
190	31550	18080	9739	17920	11130
200	36685	21160	11520	21110	13180
210	42510	24670	13535	24690	15560
220		28545	15865	28755	18260
230		33015	18495	33365	21360
240			21455		24860
250			24775		28770
260			28445		
270					
280					
Temp. critique.	214°0	235°3	264°85	233°7	250°1
Pression critique.	45030	35590	30440	35180	28880

Températures.	Acétate de propyle CH^3 $COOC^3H^7$.	Propionate de méthyle C^2H^5 $COOCH^3$.	Propionate d'éthyle C^2H^5 $COOC^2H^5$.	Butyrate de méthyle C^3H^7 $COOCH^3$.	Isobutyrate de méthyle $CH(CH^3)^2$ $COOCH^3$.
	mm	mm	mm	mm	mm
— 20		5,65			
— 10	3,6	11,55	4,05	3,55	6,20
0	7,4	21,90	8,30	7,30	12,15
10	13,9	38,85	15,55	13,80	22,40
20	25,1	66,20	27,75	24,55	38,90
30	42,7	107,8	47,75	41,95	65,45
40	70,8	169,3	77,90	69,20	104,7
50	112,2	256,7	123,0	109,6	162,0
60	171,8	380,3	188,0	167,5	243,8
70	257,3	548,0	279,9	250,3	355,2
80	372,8	771,0	403,6	361,4	505,0
90	524,8	1048	569,5	507,0	707,0
100	723,6	1408	785,0	700,7	956,0
110	977,0	1856	1052	941,0	1269
120	1288	2404	1388	1247	1660
130	1683	3073	1803	1624	2143
140	2165	3882	2312	2089	2729
150	2751	4831	2924	2658	3420
160	3440	5957	3648	3327	4241
170	4261	7244	4498	4107	5188
180	5206	8750	5496	5018	6281
190	6295	10435	6630	6060	7542
200	7551	12390	7952	7286	9005
210	8974	14620	9451	8680	10680
220	10630	17180	11180	10280	12560
230	12505	20045	13160	12090	14720
240	14655	23335	15420	14190	17180
250	17080	27010	17970	16540	19950
260	19860		20890	19210	23120
270	23040		24180	22310	
280				25555	
Temp. critique.	276°2	257°4	272°9	281°25	267°55
Pression critique.	25210	30030	25210	26000	25750

(44) *Tension de vapeur de différents liquides en centimètres de mercure.* (REGNAULT.)

Températ.	Alcool.	Alcool méthylique.	Éther.	Sulfure de carbone.	Essence de térébenthine.	Chloroforme.	Benzine.	Tétrachlorure de carbone.	Chlorure d'éthyle.	Bromure d'éthyle.	Iodure d'éthyle.	Acétone.	Bromure d'éthylène.	Trichlorure de phosphore.	Chlorure de cyanogène.
— 30	.....	0,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11	3,2	.....	.....	.....	.....	6,8
— 20	0,34	0,6	6,9	4,7	.....	.....	0,58	0,98	18,8	5,9	.....	.....	0,17	.....	14,8
— 10	0,64	1,35	11,5	7,9	.....	.....	1,3	1,85	30,2	10,1	.....	.....	0,25	.....	27,0
0	1,27	2,7	18,4	12,8	0,2	.....	2,5	3,3	46,5	16,5	4,2	.....	0,4	3,8	44,4
10	2,42	5	28,7	19,9	0,3	.....	4,5	5,6	69,1	25,7	6,9	.....	0,65	6,3	68,2
20	4,45	8,9	42,3	29,8	0,45	16	7,6	9,1	99,6	38,7	11	18	1,1	10	100,2
30	7,85	15	63,5	43,5	0,69	24,7	12	14,2	139,9	56,5	16,9	28	1,7	15,5	142,7
40	13,4	24,4	90,7	61,7	1,1	37	18,4	21,5	162	80,2	25,2	42	2,7	23,4	198,8
50	22	38,2	126,5	85,7	1,7	53,5	27,1	31,5	257,9	111,3	36,4	60,3	4,3	34,1	272
60	35	58	172,5	116,4	2,7	75,5	39	44,8	340	151,2	51,2	86	6,6	48,6	366,4
70	54,1	85,7	230,5	155	4,1	104,2	54,7	62,1	440,5	201,5	.....	118,9	9,8	67,4	487,4
80	81,3	124	302,3	203	6,1	140,7	75,2	84,3	561,4	263,9	.....	161,1	14,4	.....	.....
90	118,9	174	390	262	9,1	186,5	101,3	112,2	704,7	339,9	.....	214,2	20,7	.....	.....
100	169,7	240	495	332	13,1	243	134	146,7	872,3	431,2	.....	279,7	29	.....	.....
110	236,8	326	621	416	18,6	311	171,5	188,7	.....	539,4	.....	359,4	40	.....	.....
120	323,2	434	772	515	25,7	393	223,5	239,4	.....	665,8	.....	454,7	54,5	.....	.....
130	423,3	570	.....	630	34,9	488	282,5	299,7	.....	811,6	.....	567	72,6	.....	.....
140	567,5	734	.....	760	46,4	600	352	371	.....	978	.....	697,5	95	.....	.....
150	731,8	937	.....	910	60,5	728	433	454,3	.....	.....	.....	.....	123	.....	.....
160	.....	.....	.....	.....	77,5	873	527	551,3	.....	.....	.....	.....	157	.....	.....
170	.....	.....	.....	.....	97,5	.....	634	663,4	.....	.....	.....	.....	198	.....	.....
180	.....	.....	.....	.....	121	.....	.....	792,4	.....	.....	.....	.....	246	.....	.....
190	.....	.....	.....	.....	147	.....	.....	939,9	.....	.....	.....	.....	302	.....	.....
200	.....	.....	.....	.....	177	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	367	.....	.....
210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	441	.....	.....
Point d'ébullition à 76 centim.	78°,26	66,78	34,97	46,20	159,2	60,16	80,36	76,5	12,5	38,37	72,2	56,3	131,6	73,8	12,66

Section VI. — Détermination des densités.

(45) *Réduction des pesées au vide.*

Soit m le poids apparent du corps dans l'air;
a le poids du centimètre cube d'air, à la température et pression actuelles (table **53**), en tenant compte de son état hygrométrique; en moyenne $a = 0,0012$;
s la densité du corps pesé;
d la densité des poids.

En négligeant de très petites corrections, le poids réel du corps dans le vide est $p = m + ma\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{d}\right)$.

Si l'on connaît la densité approchée s, qui peut se déduire d'un premier calcul, et si l'on pèse avec des poids de laiton de densité 8.4. la formule se simplifie et devient $p = m + mk$.

Densité s	k	Densité s	k	Densité. s	k	Densité s	k
	0,00		0,00		0,000		0,0000
0,60	+ 186	0,92	+ 116	1,8	+ 52	10	— 23
0,70	157	0,94	113	1,9	49	11	34
0,72	152	0,96	110	2,0	46	12	43
0,74	148	0,98	108	2,5	34	13	50
0,76	144	1,0	106	3	26	14	57
0,78	140	1,1	095	3,5	20	15	63
0,80	136	1,2	086	4	16	16	68
0,82	132	1,3	078	5	097	17	72
0,84	128	1,4	071	6	057	18	76
0,86	125	1,5	066	7	029	19	80
0,88	122	1,6	061	8	+ 007	20	83
0,90	+ 119	1,7	+ 056	9	— 009	21	86

(46) *Densité des solides.*

Méthode du flacon. — 1° On fait la tare totale du flacon plein d'eau bouillie (ou d'un liquide de densité connue) et du corps dont on cherche la densité.

2° On enlève le corps et on le remplace par les poids p.

3° On plonge le corps dans le flacon, on l'expose dans le vide pour chasser les bulles d'air, on essuie bien, on affleure exactement au trait et on remet le tout sur la balance : il faut maintenant remplacer les poids p par les poids p'.

Soit d la densité de l'eau ou du liquide à la température t^0, a le poids du centimètre cube d'air dans les conditions de l'expérience

(table **53**), la densité du corps est $D = \frac{p}{p'} d_t - \frac{p - p'}{p'} a$. (Ce second terme est souvent négligé.)

La densité d'un liquide à t^0 est connue quand on connaît sa densité à 0^0 et son coefficient de dilatation k : $d_t = \frac{d_0}{1 + kt}$.

On peut aussi, dans le cas de l'eau, ramener le poids p au vide (table **45**), ramener p' à 0^0 ou 15^0 (table **54**), ce qui donne le volume réel v du corps à 0^0 ou 15^0 (son coefficient de dilatation étant le plus souvent négligeable), et alors on a $D = \frac{p}{v}$.

Par la balance hydrostatique. — Les formules sont les mêmes; p reste le poids du corps dans l'air et p' devient la perte de poids dans l'eau ou le liquide employé.

Par le voluménomètre. — Soit V le volume du récipient, v celui de la boule, H la pression barométrique, h la diminution de pression quand on augmente la capacité V de celle v en faisant écouler du mercure. Le volume x du corps est $V - v \frac{H - h}{h}$ et sa densité $\frac{P}{x}$.

Si on opère par compression, h devient la pression additionnelle et on a $x = V - v \frac{H}{h}$.

Dans ce dernier cas, on peut aussi opérer en faisant une expérience à blanc, le récipient étant vide. Soit h' la nouvelle pression additionnelle, nécessairement plus faible que h : $x = V - \frac{Vh'}{h}$.

Le voluménomètre ne s'applique pas aux corps poreux qui ont la propriété de condenser les gaz (par exemple, le charbon); on s'en aperçoit lorsque les expériences par compression et par diminution de pression conduisent à des chiffres différents, ou que la pression ne reste pas constante après quelques minutes.

Méthode par les liquides lourds. — Cette méthode peut rendre de précieux services lorsqu'on ne dispose que d'un très petit fragment de substance, ou qu'elle se présente sous la forme de poudre cristalline fine, comme cela arrive fréquemment en minéralogie.

On place un liquide, de densité supérieure à celle du solide, dans un tube à essai muni à sa partie inférieure d'un robinet et bouché à l'émeri à sa partie supérieure. On y projette quelques très petits fragments du corps solide : ils surnagent d'abord ; on dilue alors le liquide dense avec un dissolvant approprié (eau, alcool, éther, benzène) jusqu'à ce que les fragments du corps solide soient en équilibre au sein du liquide; on en décante alors une portion par le robinet inférieur et on en prend la densité par la méthode du flacon : cette densité est justement celle du solide mis en expérience. On se sert généralement comme liquides denses de l'iodure de méthylène D = 3,34, du borotungstate de cadmium (liqueur de Klein) D = 3,28, de la solution d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium (liqueur de Thoulet).

(47) *Densité des liquides.*

Méthode du flacon. — Soit p le poids du flacon vide et bien sec; on remplit celui-ci d'eau à la température de 0^0; on le pèse (avec des poids de laiton), et de la différence avec la première pesée, qui est le poids apparent de l'eau, on calcule à l'aide de la table **45** le poids réel de l'eau à 0^0 contenue dans le flacon; ce nombre de grammes multiplié par 0,999871 donne la capacité réelle du flacon à 0^0 en cent. cubes. Il est facile d'en déduire la capacité du flacon à la température t^0, connaissant le coefficient de dilatation cubique du verre $=$ 0,000025 ou du cristal $=$ 0,000023 (**28**). La table **54** dispense d'une partie de ces calculs; il suffit de multiplier la différence entre les poids du flacon plein d'eau et vide par le facteur R ou R′ pour avoir la capacité du flacon, en admettant pour le vase en verre le coefficient de dilatation cubique 0,000025.

On remplit alors le flacon du liquide en expérience à t^0. Soit p' le poids observé; $p' - p$ est le poids apparent du liquide. En divisant ce nombre par le volume du flacon, on calcule la densité approchée, qui sert à ramener la valeur $p' - p$ au vide (table **45**), et ce poids corrigé, divisé par le volume du flacon à la température de l'observation, donne la densité vraie.

Méthode du flotteur. — On pèse le flotteur dans l'air, puis dans l'eau. Soit m le poids apparent du flotteur dans l'air, u la perte de poids apparente dans l'eau; on calculera le volume réel du flotteur exactement comme on calcule la capacité du flacon, en prenant u, perte de poids dans l'eau à t^0, à la place du poids apparent de l'eau contenue dans le flacon; on notera une fois pour toutes le poids, dans le vide, du flotteur, soit p, et son volume v à 0^0, ce qui permet de connaître son volume à t^0.

Soit alors p' son poids dans un liquide quelconque, la densité de ce liquide sera $\frac{p - p'}{v}$, à la température de l'observation.

Il y a avantage à avoir, comme dans la balance Mohr-Westphal ou Dalican, des flotteurs dont la boule renferme un réservoir thermométrique et d'un volume de 10 ou 100 cc. à 15^0, avec des cavaliers dont le poids est en rapport décimal avec le poids de l'eau déplacée par le flotteur.

(48) *Densités des vapeurs par la méthode de Gay-Lussac.*

1° On pèse dans une ampoule ou un très petit flacon quelques décigrammes de matière (P^{gr}).

2° On chauffe le bain d'huile jusqu'à T^0 en agitant constamment, et on lit à cette température le volume V de la vapeur dans l'éprouvette.

3° On mesure la hauteur de la colonne de mercure h depuis le niveau extérieur dans la marmite jusqu'au sommet du ménisque dans l'éprouvette.

4° On lit la hauteur du baromètre, on la réduit à zéro et on en retranche la tension de la vapeur de mercure à T^0: on a ainsi la hauteur H. (Voir table **38**.)

K = coefficient de dilatation cubique du verre. (Voir tables **28** et **55**.)

$$A = \frac{V(1+KT)\ 0{,}00129349\left[H - h\dfrac{5550}{5550+T}\right]}{(1+0{,}00367.T)\ 760}$$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul les tables **56** et **58**.) Le poids du litre d'air 0,0012932 donné par Regnault a été corrigé par Crafts et porté à 0,00129349.

D = P/A = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

$\log 760 = 2{,}8808136$
$\log 0{,}001293187 = \bar{3}{,}1116613$
$\log 0{,}00129349 = \bar{3}{,}1117631$

(49) *Densités des vapeurs par la méthode d'Hofmann.*

Même formule que pour la méthode de Gay-Lussac. On réduit la hauteur h à zéro, en supposant que le mercure possède la température de la vapeur T dans la partie située dans le manchon, et la température de la cuve t dans la partie qui est en dehors.

(50) *Densités des vapeurs par la méthode Dumas.*

1° On tare le ballon plein d'air sec à la température t^0 et à la pression (réduite à zéro) H.

2° On introduit le liquide dans le ballon, on le chauffe et on le ferme à T^0 (degrés du thermomètre à air, table **21**), en fondant le col le plus près possible de la surface de l'huile. On l'essuie tiède et on pèse froid. On détermine ainsi l'excès de poids du ballon plein de vapeur sur celui du ballon plein d'air, c'est-à-dire P^{gr} à la pression (réduite en zéro) H′.

3° On remplit le ballon de mercure et l'on mesure ce mercure dans une éprouvette graduée supposée jaugée à zéro ; on a ainsi le volume du ballon à zéro. V cent. cubes.

Soit K = coefficient de dilatation cubique du verre (**28** et **55**).

$$p = \frac{V(1+Kt)\ 0{,}0012935.H}{(1+0{,}00367.t)\ 760}$$ = poids de l'air sec contenu dans le ballon. (Voyez pour le calcul **56** et **58**.)

B = p + P = poids de la vapeur seule (si P est négatif, il se retranche).

$$A = \frac{V(1+KT)\ 0{,}0012935.H'}{(1+0{,}00367.T)\ 760}$$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul **56** et **58**.)

$D = \frac{B}{A}$ = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

Si l'on a constaté l'existence d'une bulle d'air occupant V cent. cubes à t'' et à la pression H″, son poids sera donné par la formule

$$\pi = \frac{V.0{,}0012935.H''}{(1+0{,}00367.t'')\ 760},$$ et la densité deviendra $D = \frac{B-\pi}{A-\pi}$.

(Voyez **48**, les log 760, 0,0012932, 0,00129349.)

(51) *Méthode de V. et C. Meyer.*

Si l'air déplacé est mesuré sur l'eau, en égalisant les niveaux, on a la formule

$$D = \frac{P.760\,(1 + 0{,}003665.t)}{(H - h)\,V.0{,}001293},$$

dans laquelle P est le poids de la substance, t la température ambiante, H la pression barométrique, h la tension de la vapeur d'eau à t^0 et V le volume d'air mesuré.

Nota. — *Densités théoriques des vapeurs.* — Soit d la densité par rapport à l'air, $d \times 14{,}39$ sera la densité par rapport à l'hydrogène et $d \times 28{,}78$ le poids moléculaire, la molécule occupant le même espace que 2 atomes d'hydrogène.

On peut calculer directement les densités des vapeurs par rapport à l'hydrogène, en substituant dans la formule de A des tables **48** et **50** au poids du cent. cube d'air celui de l'hydrogène 0,00008988 (log $\bar{5}$,9536631), et au coefficient de dilatation de l'air, 0,00367, celui de l'hydrogène 0,00366. S'il reste une bulle d'air (**50**), on aura

$$D = \frac{B - \pi}{A' - \frac{1}{14{,}39}\pi}.$$

(52) *Densités des gaz.*

Méthode Chancel. — Le ballon est jaugé à l'eau, puis pesé vide; soit p son poids. On calcule une fois pour toutes le volume v de l'air qu'il renferme (table **53**), et le bouchon, une fois graissé ou vaseliné, n'est plus dérangé. Il est bon de faire la tare avec un ballon de même volume extérieur. — Par la tubulure du col on fait arriver le gaz lavé et bien desséché et au robinet on adapte un tube en verre assez long dans lequel est un thermomètre sensible; pour les gaz plus légers que l'air, on retourne l'appareil le bouchon en bas. Quand on juge que l'air est déplacé, on tourne le bouchon, on lit le baromètre H et le thermomètre t; on ferme le robinet et on note le poids p' du ballon. La différence $p' - p$ est ajoutée au poids de l'air contenu dans le ballon, calculé aux mêmes température et pression (table **53**); si $p > p'$, on retranche du poids de l'air la différence $p - p'$. Soit P le nombre obtenu : la densité du gaz est égale à $\frac{P.(1 + \alpha t).760}{v.H.0{,}0012935}$. Pour $1 + \alpha t$, voyez table **56**. Valeur du log $\frac{0{,}0012935}{760\,(1 + \alpha t)}$ inverse, à retrancher, voyez table **58**.

Méthode Bunsen. — On remplit l'éprouvette d'air, on l'enfonce dans le mercure jusqu'au trait circulaire qu'on vise avec une lunette; on ouvre le robinet et on note le temps t écoulé entre le passage des deux repères noirs. On enlève l'ajutage, on remplit la cloche de gaz, on remet en place et on note le temps t; on prend les moyennes de deux ou trois observations. La densité du gaz $= \frac{t'^2}{t^2}$.

(53) *Poids d'un litre d'air et d'acide carbonique secs en grammes à différentes températures et pressions.* (Regnault.)

t^0	Air = 1gr,					Acide carbonique = 1gr,			
	73	74	75	76	77	74	75	76	77
10	,198	,215	,231	,248	,264	,8244	,8493	,8743	,8993
11	194	211	227	243	260	8164	8413	8662	8910
12	190	206	223	239	255	8084	8331	8579	8827
13	186	202	218	235	251	8004	8251	8498	8745
14	182	198	214	230	246	7923	8170	8417	8663
15	178	194	210	226	242	7841	8086	8331	8577
16	174	190	206	222	238	7759	8003	8248	8492
17	169	185	201	218	234	7676	7919	8162	8406
18	165	181	197	213	229	7592	7835	8078	8321
19	161	177	193	209	225	7508	7750	7992	8234
20	157	173	189	205	221	7423	7665	7906	8147
21	154	169	185	201	217	7338	7530	7818	8059
22	150	165	181	197	213	7251	7443	7730	7970
23	146	161	177	193	209	7164	7355	7641	7880
24	142	158	173	189	204	7075	7265	7551	7789
25	138	154	169	185	200	6985	7175	7460	7697

(54) *Capacité des vases de verre.* (Landolt et Bornstein.)

Soit P le poids de mercure ou d'eau contenu dans un vase de verre à t^0, pesé à 760mm avec des poids en laiton. On aura le volume V en cc., à la température t^0 de l'observation, par la formule $V = PR$, et ce volume ramené à 0°, à 15° ou à 20° par la formule $V' = PR'$.

t^0	Vases jaugés au mercure.				Vases jaugés à l'eau.			
	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°
	0,073	0,073	0,073	0.073	1,00	1,00	1,00	1,00
0	(1)5505	5505	5781	5873	(1)126	126	163	176
13	7243	7003	7280	7372	165	133	170	183
14	7376	7118	7395	7487	178	143	181	193
15	7510	7234	7510	7603	192	155	192	205
16	7644	7349	7626	7718	207	167	204	217
17	7778	7464	7741	7833	223	180	218	230
18	7911	7579	7856	7948	240	195	233	245
19	8045	7694	7971	8063	258	211	248	261
20	8179	7809	8086	8179	278	228	266	278
21	8312	7924	8201	8294	299	246	284	296
22	8446	8040	8316	8409	320	265	303	315
23	8579	8155	8432	8524	343	285	322	335
24	8713	8270	8547	8639	366	306	343	356
25	8847	8385	8662	8755	390	327	365	378
26	8980	8500	8777	8870	417	352	390	402

1. Il faut lire 0,0735505 et 1,00126 ; de même pour les autres nombres.

(55) *Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre.* (Regnault.)

	de 0° à 100°		de 0° à 150°		de 0° à 200°		de 0° à 250°		de 0° à 300
1	0,0000276	1	0,0000284	1	0,0000291	1	0,0000298	1	0,0000306
2	0,0000552	2	0,0000568	2	0,0000582	2	0,0000596	2	0,0000612
3	0,0000828	3	0,0000852	3	0,0000873	3	0,0000894	3	0,0000918
4	0,0001104	4	0,0001136	4	0,0001164	4	0,0001192	4	0,0001224
5	0,0001380	5	0,0001420	5	0,0001455	5	0,0001490	5	0,0001530
6	0,0001656	6	0,0001704	6	0,0001746	6	0,0001788	6	0,0001836
7	0,0001932	7	0,0001988	7	0,0002037	7	0,0002086	7	0,0002142
8	0,0002208	8	0,0002272	8	0,0002328	8	0,0002384	8	0,0002448
9	0,0002484	9	0,0002556	9	0,0002619	9	0,0002682	9	0,0002754

(56) *Tables des valeurs de* $1 + 0,00367.t$ *et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur.*

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
			21	1,07707	0,03224
— 2	0,99268	$\bar{1}$,99681	22	1,08074	0,03372
— 1	0,99634	$\bar{1}$,99841	23	1,08441	0,03519
0	1,00000	0,00000	24	1,08808	0,03666
1	1,00367	0,00159	25	1,09175	0,03812
2	1,00734	0,00318	26	1,09542	0,03958
3	1,01101	0,00476	27	1,09909	0,04103
4	1,01468	0,00633	28	1,10276	0,04248
5	1,01835	0,00790	29	1,10643	0,04392
6	1,02202	0,00946	30	1,11010	0,04536
7	1,02569	0,01102	31	1,11377	0,04679
8	1,02936	0,01257	32	1,11744	0,04822
9	1,03303	0,01411	33	1,12111	0,04965
10	1,03670	0,01565	34	1,12478	0,05107
11	1,04037	0,01719	35	1,12845	0,05248
12	1,04404	0,01872	36	1,13212	0,05389
13	1,04771	0,02024	37	1,13579	0,05530
14	1,05138	0,02176	38	1,13946	0,05670
15	1,05505	0,02327	39	1,14313	0,05810
16	1,05872	0,02478	40	1,14680	0,05949
17	1,06239	0,02628	41	1,15047	0,06088
18	1,06606	0,02778	42	1,15414	0,06226
19	1,06973	0,02927	43	1,15781	0,06364
20	1,07340	0,03076	44	1,16148	0,06501

t	1+0,00367.t	Log.	t	1+0,00367.t	Log.
45	1,16515	0,06638	90	1,33030	0,12395
46	1,16882	0,06775	91	1,33397	0,12515
47	1,17249	0,06911	92	1,33764	0,12634
48	1,17616	0,07049	93	1,34131	0,12753
49	1,17983	0,07182	94	1,34498	0,12872
50	1,18350	0,07317	95	1,34865	0,12990
51	1,18717	0,07451	96	1,35232	0,13108
52	1,19084	0,07585	97	1,35599	0,13226
53	1,19451	0,07719	98	1,35966	0,13343
54	1,19818	0,07852	99	1,36333	0,13460
55	1,20185	0,07985	100	1,36700	0,13577
56	1,20552	0,08117	101	1,37067	0,13693
57	1,20919	0,08249	102	1,37434	0,13809
58	1,21286	0,08389	103	1,37801	0,13925
59	1,21653	0,08512	104	1,38168	0,14041
60	1,22020	0,08643	105	1,38535	0,14156
61	1,22387	0,08772	106	1,38902	0,14271
62	1,22754	0,08903	107	1,39269	0,14385
63	1,23121	0,09033	108	1,39636	0,14499
64	1,23488	0,09162	109	1,40003	0,14613
65	1,23855	0,09291	110	1,40370	0,14727
66	1,24222	0,09420	111	1,40737	0,14847
67	1,24589	0,09548	112	1,41104	0,14954
68	1,24956	0,09676	113	1,41471	0,15067
69	1,25323	0,09803	114	1,41838	0,15179
70	1,25690	0,09930	115	1,42205	0,15291
71	1,26057	0,10057	116	1,42572	0,15403
72	1,26424	0,10183	117	1,42939	0,15515
73	1,26791	0,10309	118	1,43306	0,15626
74	1,27158	0,10434	119	1,43673	0,15737
75	1,27525	0,10559	120	1,64040	0,15848
76	1,27892	0,10684	121	1,44407	0,15959
77	1,28259	0,10809	122	1,44774	0,16069
78	1,28626	0,10933	123	1,45141	0,16179
79	1,28993	0,11057	124	1,45508	0,16289
80	1,29360	0,11180	125	1,45875	0,16398
81	1,29727	0,11303	126	1,46242	0,16507
82	1,30094	0,11426	127	1,46609	0,16616
83	1,30461	0,11548	128	1,46976	0,16725
84	1,30828	0,11670	129	1,47343	0,16833
85	1,31195	0,11792	130	1,47710	0,16941
86	1,31562	0,11913	131	1,48077	0,17049
87	1,31929	0,12034	132	1,48444	0,17156
88	1,32296	0,12155	133	1,48811	0,17263
89	1,32663	0,12275	134	1,49178	0,17370

t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.	t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.
135	1,49545	0,17477	180	1,66060	0,22026
136	1,49912	0,17584	181	1,66427	0,22122
137	1,50279	0,17690	182	1,66794	0,22218
138	1,50646	0,17796	183	1,67161	0,22314
139	1,51013	0,17902	184	1,67528	0,22409
140	1,51380	0,18007	185	1,67895	0,22504
141	1,51747	0,18112	186	1,68262	0,22599
142	1,52114	0,18217	187	1,58629	0,22693
143	1,52481	0,18322	188	1,68996	0,22787
144	1,52848	0,18426	189	1,69363	0,22882
145	1,53215	0,18530	190	1,69730	0,22976
146	1,53582	0,18634	191	1,70097	0,23070
147	1,53949	0,18738	192	1,70464	0,23163
148	1,54316	0,18841	193	1,70831	0,23257
149	1,54683	0,18944	194	1,71198	0,23350
150	1,55050	0,19047	195	1,71565	0,23443
151	1,55417	0,19150	196	1,71932	0,23536
152	1,55784	0,19252	197	1,72299	0,23628
153	1,56151	0,19354	198	1,72666	0,23721
154	1,56518	0,19456	199	1,73033	0,23813
155	1,56885	0,19558	200	1,73400	0,23905
156	1,57252	0,19660	201	1,73767	0,23997
157	1,57619	0,19761	202	1,74134	0,24088
158	1,57986	0,19862	203	1,74501	0,24180
159	1,58353	0,19963	204	1,74868	0,24271
160	1,58720	0,20063	205	1,75235	0,24362
161	1,59087	0,20163	206	1,75602	0,24453
162	1,59454	0,20263	207	1,75969	0,24544
163	1,59821	0,20363	208	1,76336	0,24634
164	1,60188	0,20463	209	1,76703	0,24724
165	1,60555	0,20562	210	1,77070	0,24814
166	1,60922	0,20661	211	1,77437	0,24904
167	1,61289	0,20760	212	1,77804	0,24994
168	1,61656	0,20859	213	1,78171	0,25084
169	1,62023	0,20958	214	1,78538	0,25173
170	1,62390	0,21056	215	1,78905	0,25262
171	1,62757	0,21154	216	1,79272	0,25351
172	1,63124	0,21252	217	1,79639	0,25440
173	1,63491	0,21350	218	1,80006	0,25529
174	1,63858	0,21447	219	1,80373	0,25617
175	1,64225	0,21544	220	1,80740	0,25705
176	1,64592	0,21641	221	1,81107	0,25793
177	1,64959	0,21738	222	1,81474	0,25881
178	1,65326	0,21834	223	1,81841	0,25969
179	1,65693	0,21930	224	1,82208	0,26057

t	1+0,00367.t	Log.	t	1+0,00367.t	Log.
225	1,82575	0,26144	270	1,99090	0,29905
226	1,82942	0,26231	271	1,99457	0,29985
227	1,83309	0,26318	272	1,99824	0,30064
228	1,83676	0,26405	273	2,00191	0,30144
229	1,84043	0,26492	274	2,00558	0,30224
230	1,84410	0,26578	275	2,00925	0,30303
231	1,84777	0,26665	276	2,01292	0,30383
232	1,85144	0,26751	277	2,01659	0,30462
233	1,85511	0,26837	278	2,02026	0,30541
234	1,85878	0,26922	279	2,02393	0,30620
235	1,86245	0,27008	280	2,02760	0,30698
236	1,86612	0,27094	281	2,03127	0,30776
237	1,86979	0,27179	282	2,03494	0,30855
238	1,87346	0,27264	283	2,03861	0,30933
239	1,87713	0,27349	284	2,04228	0,31011
240	1,88080	0,27434	285	2,04595	0,31089
241	1,88447	0,27519	286	2,04962	0,31167
242	1,88814	0,27603	287	2,05329	0,31245
243	1,89181	0,27688	288	2,05696	0,31323
244	1,89548	0,27772	289	2,06063	0,31400
245	1,89915	0,27856	290	2,06430	0,31477
246	1,90282	0,27940	291	2,06797	0,31544
247	1,90649	0,28023	292	2,07164	0,31631
248	1,91016	0,28107	293	2,07531	0,31708
249	1,91383	0,28190	294	2,07898	0,31785
250	1,91750	0,28274	295	2,08265	0,31862
251	1,92117	0,28357	296	2,08632	0,31938
252	1,92484	0,28439	297	2,08999	0,32014
253	1,92851	0,28522	298	2,09366	0,32091
254	1,93218	0,28605	299	2,09773	0,32167
255	1,93585	0,28687	300	2,10100	0,32243
256	1,93952	0,28769	301	2,10467	0,32318
257	1,94319	0,28851	302	2,10834	0,32394
258	1,94686	0,28933	303	2,11201	0,32469
259	1,95053	0,29015	304	2,11568	0,32545
260	1,95420	0,29097	305	2,11935	0,32620
261	1,95787	0,29178	306	2,12302	0,32695
262	1,96154	0,29260	307	2,12669	0,32770
263	1,96521	0,29341	308	2,13036	0,32845
264	1,96888	0,29422	309	2,13403	0,32920
265	1,97255	0,29503	310	2,13770	0,32995
266	1,97622	0,29584	311	2,14137	0,33069
267	1,97989	0,29664	312	2,14504	0,33144
268	1,98356	0,29745	313	2,14871	0,33218
269	1,98723	0,29825	314	2,15238	0,33292

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
315	2,15605	0,33366	337	2,23679	0,34963
316	2,15972	0,33440	338	2,24046	0,35034
317	2,16339	0,33513	339	2,24413	0,35105
318	2,16706	0,33587	340	2,24780	0,35176
319	2,17073	0,32661	341	2,25147	0,35247
320	2,17440	0,33734	342	2,25514	0,35317
321	2,17807	0,33807	343	2,25881	0,35388
322	2,18174	0,33880	344	2,26248	0,35458
323	2,18541	0,33953	345	2,26615	0,35529
324	2,18908	0,34026	346	2,26982	0,35599
325	2,19275	0,34099	347	2,27349	0,35669
326	2,19642	0,34172	348	2,27716	0,35739
327	2,20009	0,34244	349	2,28083	0,35809
328	2,20376	0,34316	350	2,28450	0,35879
329	2,20743	0,34389	...		
330	2,21110	0,34461	357,25	2,31111	0,36382
331	2,21477	0,34533	...		
332	2,21844	0,34605	448,3	2,64526	0,42247
333	2,22211	0,34677	...		
334	2,22578	0,34748	815	3,99105	0,60109
335	2,22945	0,34820	...		
336	2,23312	0,34891	930	4,41310	0,64474

(57) *Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure, pour la lecture des volumes gazeux* [section **VIII**]. (BUNSEN.)

Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.
1	0,074	8	0,59	35	2,58	65	4,80
2	0,15	9	0,66	40	2,95	70	5,17
3	0,22	10	0,74	45	3,32	75	5,54
4	0,30	15	1,12	50	3,69	80	5,90
5	0,37	20	1,48	55	4,06	85	6,27
6	0,44	25	1,84	60	4,43	90	6,64
7	0,52	30	2,21				

(58)

Tables comprenant les valeurs de $\log \alpha = \log \frac{0,0012932}{(1 + 0,00367 . t)760}$ *pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur.*

Nota. — Ajouter 0,000097 aux logarithmes pour la nouvelle valeur du poids de l'air = 0,00129349.

t.	Log. α.	t.	Log. α.	t.	Log. α.	t.	Log. α.
—5	$\bar{6}$.23889	31	$\bar{6}$.184056	67	$\bar{6}$.135372	103	$\bar{6}$.092599
—4	23727	32	182627	68	134095	104	090444
—3	23566	33	181203	69	132821	105	089292
—2	23405	34	179784	70	131551	106	088143
—1	23245	35	178369	71	130285	107	086997
0	230852	36	176959	72	129022	108	085854
1	229261	37	175554	73	127763	109	084714
2	227666	38	174153	74	126508	110	083577
3	226096	39	172756	75	125256	111	082443
4	224523	40	171364	76	124008	112	081312
5	222955	41	169976	77	122764	113	080184
6	221392	42	168593	78	121523	114	079059
7	219835	43	167214	79	120286	115	077937
8	218284	44	165840	80	119052	116	076817
9	216739	45	164470	81	117821	117	075701
10	215199	46	163104	82	116594	118	074587
11	213664	47	161742	83	115371	119	073476
12	212135	48	160385	84	114151	120	072369
13	210611	49	159032	85	112934	121	071263
14	209092	50	157683	86	111721	122	070161
15	207579	51	156339	87	110511	123	069062
16	206071	52	154998	88	109305	124	067965
17	204568	53	153664	89	108102	125	066871
18	203070	54	152336	90	106902	126	065780
19	201577	55	151001	91	105706	127	064691
20	200090	56	149677	92	104512	128	063605
21	198608	57	148357	93	103323	129	062522
22	197130	58	147041	94	102136	130	061442
23	195658	59	145729	95	100952	131	060364
24	194191	60	144421	96	099772	132	059289
25	192728	61	143116	97	098595	133	058217
26	191271	62	141816	98	097421	134	057147
27	189818	63	140520	99	096251	135	056080
28	188371	64	139227	100	095083	136	055015
29	186928	65	137938	101	093919	137	053953
30	185490	66	136653	102	092758	138	052894

$$\log \frac{0{,}0012932}{(1 + 0{,}00367\ t)\ 760} = \log \alpha.$$

t.	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.
139	$\bar{6}$.051837	180	$\bar{6}$.010587	221	$\bar{7}$.972916	262	$\bar{7}$.938254
140	050783	181	009628	222	972037	263	937443
141	049732	182	008671	223	971160	264	936632
142	048682	183	007717	224	970284	265	935824
143	047636	184	006764	225	969410	266	935016
144	046592	185	005814	226	968538	267	934211
145	045550	186	004866	227	967668	268	933406
146	044511	187	003919	228	966799	269	932604
147	043475	188	002975	229	965932	270	931802
148	042441	189	002033	230	965067	271	931002
149	041409	190	001093	231	964204	272	930204
150	040380	191	000155	232	963342	273	929407
151	039358	192	$\bar{7}$.999219	233	962482	274	928612
152	038329	193	998285	234	961624	275	927818
153	037307	194	997353	235	960767	276	927025
154	036287	195	996423	236	959912	277	926234
155	035270	196	995495	237	959059	278	925444
156	034255	197	994569	238	958207	279	924656
157	033243	198	993645	239	957357	280	923869
158	032233	199	992723	240	956509	281	923084
159	031225	200	991803	241	955662	282	922300
160	030220	201	990884	242	954817	283	921518
161	029217	202	989968	243	953974	284	920736
162	028216	203	989054	244	953132	285	919957
163	027218	204	988141	245	952292	286	919178
164	026222	205	987231	246	951454	287	918401
165	025228	206	986322	247	950617	288	917626
166	024236	207	985416	248	949782	289	916852
167	023247	208	984511	249	948948	290	916079
168	022260	209	983608	250	948116	291	915307
169	021275	210	982707	251	947286	292	914537
170	020292	211	981807	252	946457	293	913769
171	019312	212	980910	253	945630	294	913001
172	018334	213	980015	254	944804	295	912235
173	017358	214	979121	255	943980	296	911471
174	016384	215	978229	256	943157	297	910707
175	015412	216	977339	257	942336	298	909945
176	014444	217	976451	258	941517	299	909185
177	013476	218	975565	259	940699	300	908426
178	012510	219	974680	260	939883		
179	011547	220	973797	261	939068		

Section VII. — Aréométrie.

(59) *Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau avec les densités.*

Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes		Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes	
	Baumé.	Beck.		Baumé.	Beck.
0	1,0000	1,0000	37	1,3447	1,2782
1	1,0069	1,0059	38	1,3574	1,2879
2	1,0140	1,0119	39	1,3703	1,2977
3	1,0212	1,0180	40	1,3834	1,3077
4	1,0285	1,0241	41	1,3968	1,3178
5	1,0358	1,0303	42	1,4105	1,3281
6	1,0434	1,0366	43	1,4244	1,3386
7	1,0509	1,0429	44	1,4386	1,3492
8	1,0587	1,0494	45	1,4531	1,3600
9	1,0665	1,0559	46	1,4678	1,3710
10	1,0744	1,0625	47	1,4828	1,3821
11	1,0825	1,0692	48	1,4984	1,3934
12	1,0907	1,0759	49	1,5141	1,4050
13	1,0990	1,0828	50	1,5301	1,4167
14	1,1074	1,0897	51	1,5466	1,4286
15	1,1160	1,0968	52	1,5633	1,4407
16	1,1247	1,1039	53	1,5804	1,4530
17	1,1335	1,1111	54	1,5978	1,4655
18	1,1425	1,1184	55	1,6158	1,4783
19	1,1516	1,1258	56	1,6342	1,4912
20	1,1608	1,1333	57	1,6529	1,5044
21	1,1702	1,1409	58	1,6720	1,5179
22	1,1798	1,1486	59	1,6916	1,5315
23	1,1896	1,1565	60	1,7116	1,5454
24	1,1994	1,1644	61	1,7322	1,5596
25	1,2095	1,1724	62	1,7532	1,5741
26	1,2198	1,1806	63	1,7748	1,5888
27	1,2301	1,1888	64	1,7969	1,6038
28	1,2407	1,1972	65	1,8195	1,6190
29	1,2515	1,2057	66	1,8428	1,6346
30	1,2624	1,2143	67	1,8667	1,6505
31	1,2736	1,2230	68	1,8912	1,6667
32	1,2849	1,2319	69	1,9163	1,6832
33	1,2965	1,2409	70	1,9421	1,7000
34	1,3082	1,2500	71	1,9686	
35	1,3202	1,2593	72	1,9959	
36	1,3324	1,2680			

Un travail récent de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida a fixé avec exactitude le rapport qui *doit* exister, d'après la définition donnée par Baumé du 15e degré de son pèse-sel, entre les densités et les indications de l'aréomètre. La table **60** servira à évaluer les densités d'après les degrés des instruments gradués selon les indications de ces savants.

(60) *Table des densités à + 12°,5, correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé construit d'après les indications de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida.*

0	0,999 5	19	1,146	38	1,343	57	1,621
1	1,006	20	1,155	39	1,355	58	1,639
2	1,013	21	1,164	40	1,367	59	1,657 5
3	1,020	22	1,173	41	1,380	60	1,676
4	1,027	23	1,182 5	42	1,393	61	1,695
5	1,034	24	1,192	43	1,406	62	1,715
6	1,041	25	1,201 5	44	1,419 5	63	1,735
7	1,048 5	26	1,211	45	1,433 5	64	1,755 5
8	1,056	27	1,221	46	1,447 5	65	1,776 5
9	1,064	28	1,231	47	1,461 5	66	1,798
10	1,071 5	29	1,241 5	48	1,476	67	1,820
11	1,079	30	1,252	49	1,491	68	1,842 5
12	1,087	31	1,263	50	1,506	69	1,866
13	1,095	32	1,273 5	51	1,521 5	70	1,890
14	1,103	33	1,284	52	1,537	71	1,915
15	1,111 6	34	1,296	53	1,553 5	72	1,939
16	1,120	35	1,307	54	1,570	73	1,965
17	1,128 5	36	1,319	55	1,587	74	1,991
18	1,137	37	1,331	56	1,604	75	2,018

(61) *Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à + 12°,5 ou + 15° sous la pression de 0.760 avec des poids de laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.*

Multiplier le nombre de la table **60** par 1000 et retrancher une unité.

Exemple. Un liquide marquant 25 degrés B à + 15° possède une densité de 1,2015. Les poids de laiton qui feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air seront 1200^{gr},5.

(62) *Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau et densités à* $+15^0$ *des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes* n *volumes d'alcool absolu* (n = *degrés Gay-Lussac*).

Degrés.				Degrés.			
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.	Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.
10	10	0	1,000			35	0,960
		1	0,999			36	0,959
		2	0,997		16	37	0,957
		3	0,996			38	0,956
		4	0,994	17		39	0,954
11	11	5	0,993			40	0,953
		6	0,992		17	41	0,951
		7	0,990			42	0,949
		8	0,989	18		43	0,948
		9	0,988			44	0,946
12		10	0,987			45	0,945
	12	11	0,986		18	46	0,943
		12	0,984	19		47	0,941
		13	0,983			48	0,940
		14	0,982			49	0,938
		15	0,981	20	19	50	0,936
		16	0,980			51	0,934
13		17	0,979			52	0,932
	13	18	0,978	21	20	53	0,930
		19	0,977			54	0,928
		20	0,976			55	0,926
		21	0,975	22	21	56	0,924
		22	0,974			57	0,922
14		23	0,973			58	0,920
		24	0,972	23	22	59	0,918
	14	25	0,971			60	0,915
		26	0,970			61	0,913
		27	0,969	24	23	62	0,911
		28	0,968			63	0,909
15		29	0,967	25		64	0,906
		30	0,966		24	65	0,904
		31	0,965			66	0,902
	15	32	0,964	26		67	0,899
		33	0,963		25	68	0,896
16		34	0 962	27		69	0,893

(83) *Formule des aréomètres.*

Degrés. Baumé.	Degrés. Cartier.	Degrés. Gay-Lussac.	Poids spécifique.	Degrés. Baumé.	Degrés. Cartier.	Degrés. Gay-Lussac.	Poids spécifique.
	26	70	0,891	36	34	86	0,848
28		71	0,888			87	0,845
	27	72	0,886	37	35	88	0,842
29		73	0,884	38	36	89	0,838
	28	74	0,881			90	0,835
30		75	0,879	39	37	91	0,832
		76	0.876			92	0,829
31	29	77	0.874	40	38	93	0,826
		78	0,871	41		94	0,822
32	30	79	0,868	42	39	95	0,818
		80	0,865	43	40	96	0,814
33	31	81	0,863	44	41	97	0,810
		82	0,860	45	42	98	0,805
34	32	83	0,857	46	43	99	0,800
35		84	0,854	47	44	100	0,795
	33	85	0,851	48			0,791

Nota. Si la température est de 15° + n, il faut retrancher (0,4) n degrés alcoométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si $t = 15° - n$.

On emploie pour l'éther les degrés Baumé suivants :
56° = 0,758 ; 60° = 0,742 ; 62° = 0,735 ; 66° = 0,720.

Soit g le degré marqué par un aréomètre, d la densité de la solution ; on a pour les aréomètres suivants la formule générale $d = \frac{m}{m \pm g}$, en appelant m un facteur déterminé ; $+ g$ s'emploie dans le cas des liquides plus légers que l'eau, $- g$ avec les liquides plus lourds.

Pour l'aréomètre Baumé, plus lourd que l'eau (*pèse-sels*), $m = 144$ (144,3 d'après Lunge), 145 dans les instruments américains, et 148.5 d'après l'appareil de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida). Le degré doit se prendre à 12°.5 de température centigrade.

Pour l'instrument de Beck, $m = 170$; température 12°,5 C.
— Brix, 400 — 15°,6 C.
— Balling, 200

Pour le *pèse-liqueur* de Baumé plus léger que l'eau, et marquant 10° dans l'eau à + 12°,5, la formule est $d = \frac{144}{134 + g}$.

Les fabriques anglaises emploient l'aréomètre de Twaddle, dont la formule est $d = \frac{0,5g + 100}{100}$, c'est-à-dire qu'en multipliant le degré par 5 et ajoutant 1000, on a le poids du litre en grammes.

Le densimètre de Fleischer donne l'excédent sur 100 du poids de 100 cc. en grammes, soit la partie fractionnaire de la densité, multipliée par 100.

(64) *Densités des solutions.*

Voici les formules qui permettent de diluer au degré voulu des solutions de concentration donnée, connaissant la densité, ou la richesse en sel, et en supposant que la dilution de ces solutions s'accomplisse sans contraction ni augmentation de volume.

Soit a la teneur en sel % du liquide concentré.
— b — — cherché.

Le quotient $\frac{a}{b}$ est égal à la somme des volumes du liquide concentré (1 volume) et de l'eau à ajouter.

Ainsi, soit un acide nitrique à 45° Baumé à ramener à 22°.

L'acide à 45° Baumé (table **80**) renferme 77,8 % d'acide réel.
— 22° — — 29,2 —

Le rapport $\frac{77,8}{29,2} = 2,67$; il faut donc à 1 volume d'acide à 45 ajouter 1,67 volume d'eau pour le ramener à 22°.

On peut aussi résoudre le problème inverse : combien d'eau a-t-on ajouté à un produit de densité D pour obtenir 100 parties de mélange de densité d? La quantité d'eau % dans le produit $= \frac{100\left(\frac{D}{d} - 1\right)}{D - 1}$.

En général, soit D la densité d'une solution de volume V : on veut l'amener à la densité d' en ajoutant un volume v de solution de densité d :

$$d' = \frac{VD + vd}{V + v} \qquad v = \frac{V(D - d')}{d' - d}$$

Une solution à	15 %	de sel en renferme	17,3 gr.	pour 100 gr. d'eau.
—	20	—	25	—
—	25	—	23,3	—
—	30	—	43	—
—	35	—	54	—
—	40	—	67	—
—	45	—	82	—
—	50	—	100	—
—	55	—	122	—
—	60	—	150	—
—	70	—	225	—

Section VIII. — Eudiométrie.

(65) *Poids et volumes des gaz pour l'eudiométrie.*

Un gaz possède le volume V à la pression H (réduite à zéro) et à la température t. Il posséderait à la pression H′ et à la température t' le volume

$$V' = V \frac{H(1 + 0{,}00367 . t')}{H' (1 + 0{,}00367 . t)}.$$

Son poids est $V_0 D_0 . 1{,}29...$,

c'est-à-dire $$P = \frac{V . H . D_0 . 1{,}2935}{(1 + 0{,}00367 . t) 760}.$$

Si le volume est lu sur l'eau, on transforme la colonne d'eau en colonne de mercure (**57**) et l'on retranche de H la tension de la vapeur d'eau à t^o (**39**).

(66) *Réduction des volumes gazeux.*

Dans la plupart des analyses de gaz pour l'industrie, on ne pousse l'exactitude des recherches que jusqu'à 1/2 ou 1/4 $^0/_0$ au plus, et dans ces conditions les tables de Lunge, réduites par centimètre de pression barométrique et par deux degrés de température nous semblent suffisantes.

Pour s'en servir, on ramène d'abord la hauteur barométrique à 0^0 (table **33**), ou plus simplement en retranchant de 13 à 20^0, 2^{mm}, ou de 21 à 25^0, 3^{mm}, puis on déduit la tension de la vapeur (**39**) si les mesures ont été faites sur l'eau; et en face du volume lu dans la 1re colonne on trouve le volume ramené à 760 dans la colonne correspondant à la pression barométrique rectifiée. Si l'on veut pousser l'exactitude plus loin, on interpolera facilement les différences correspondant aux millimètres, en retranchant les chiffres des colonnes voisines; la différence est la correction pour 10^{mm}, et on multipliera le 10e de cette quantité par le nombre de millimètres pour avoir la correction correspondante.

On opérera de même avec la seconde table; on lit dans la 1re colonne le volume ramené à 760^{mm} et on trouve le volume à 0^0 dans la colonne qui correspond à la température du gaz.

(67) *Volumes des gaz à diverses pressions ramenes à la pression de* 76.

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
11	10,28	10,42	10,57	10,71	10,85	11,14
12	11,21	11,37	11,53	11,68	11,84	12,16
13	12,14	12,31	12,42	12,66	12,83	13,17
14	13,08	13,26	13,45	13,63	13,82	14,17
15	14,02	14,21	14.41	14,60	14,81	15,19
16	14,95	15,15	15,37	15,58	15,79	16,21
17	15,88	16,10	16,33	16,55	16,78	17,22
18	16,82	17,05	17,29	17,52	17,77	18,23
19	17,76	18,00	18,25	18,50	18,75	19,25
20	18,68	18,95	19,21	19,47	19.74	20,26
21	19,62	19,90	20,17	20,44	20,72	21,27
22	20,55	20,84	21,13	21,42	21,71	22,28
23	21,49	21,79	22,09	22,39	22,70	23,30
24	22,43	22,74	23,05	23,36	23,69	24,41
25	23,35	23,69	24,01	24,34	24,67	25,32
26	24,29	24,64	24,97	25,31	25,66	26,34
27	25,23	25,58	25,93	26,28	26.65	27,35
28	26,16	26,53	26,89	27,26	27,63	28,36
29	27.10	27,48	27,85	28,23	28,62	29,37
30	28,03	28,42	28,82	29.21	29,60	30,39
31	28,97	29,37	29,76	30,18	30,59	31,41
32	29,90	30,32	30,74	31,15	31,58	32,43
33	30,83	31,26	31.70	32,13	32,56	33,43
34	31,77	32,21	32,66	33,10	33,55	34.45
35	32,71	33,16	33,62	34,70	34,54	35,46
36	33,64	34,10	34,58	35,05	35,52	36,47
37	34,57	35,05	35,54	36,02	36,51	37,49
38	35,50	36,00	36,50	37,00	37,50	38,50
39	36,44	36,95	37.47	37,97	38,49	39,51
40	37,38	37,89	38,42	38,95	39,47	40,52
41	38,31	38,84	39,38	39,92	40.46	41,54
42	39,23	39,79	40,34	40,89	41,44	42,55
43	40,18	40,73	41,30	41,86	42,43	43,56
44	41.11	41,68	42,27	42.84	43.42	44,58
45	42,05	42,63	43,22	43,81	44,46	45,59
46	42,98	43,58	44,18	44,78	45,39	46,60

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75 Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
47	43,91	44,52	45,15	45,76	46,38	47,61
48	44,84	45,47	46,10	46,73	47,36	48,63
49	45,78	46,42	47,06	47,70	48,35	49,64
50	46,72	47,36	48,03	48,68	49,34	50,66
51	47,65	48,31	48,99	49,65	50,33	51,62
52	48,58	49,26	49,96	50,63	51,32	52,68
53	49,52	50,21	50,91	51,60	52,30	53,70
54	50,45	51,15	51,87	52,58	53,29	54,72
55	51,38	52,10	52,83	53,55	54,28	55,73
56	52,32	53,05	53,79	54,52	55,26	56,74
57	53,25	54,00	54,75	55,50	56,25	57,76
58	54,19	54,94	55,71	56,47	57,24	58,77
59	55,13	55,89	56,67	57,44	58,22	59,78
60	56,07	56,84	57,63	58,42	59,21	60,79
61	57,00	57,79	58,59	59,39	60,20	61,81
62	57,93	58,74	59,55	60,36	61,19	62,82
63	58,87	59,68	60,51	61,34	62,17	63,84
64	59,80	60,63	61,47	62,32	63,16	64,85
65	60,74	61,58	62,43	63,28	64,65	65,86
66	61,67	62,52	63,39	64,26	65,13	66,88
67	62,60	63,47	64,35	65,23	66,12	67,89
68	63,54	64,42	65,31	66,20	67,10	68,90
69	64,47	65,37	66,27	67,18	68,09	69,91
70	65,40	66,32	67,24	68,16	69,08	70,92
71	66,34	67,26	68,20	69,13	70,07	71,94
72	67,27	68,21	69,16	70,11	71,05	72,95
73	68,20	69,16	70,12	71,08	72,04	73,97
74	69,11	70,11	71,08	72,05	73,03	74,98
75	70,07	71,05	72,04	73,02	74,01	75,99
76	71,01	72,00	73,00	74,00	75,00	77,01
77	71,94	72,95	73,96	74,97	75,99	78,02
78	72,87	73,89	74,92	75,95	76,97	79,03
79	73,80	74,84	75,88	76,92	77,96	80,04
80	74,74	75,78	76,84	77,90	78,94	81,06
81	75,67	76,74	77,80	78,87	79,93	82,07
82	76,60	77,68	78,76	79,84	80,92	83,09
83	77,54	78,63	79,72	80,82	81,91	84,10
84	78,47	79,57	80,68	81,79	82,90	85,11
85	79,41	80,53	81,64	82,76	83,88	86,13

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes. à 0,76.
86	80,34	81,47	82,60	83,73	84,87	87,14
87	81,28	82,42	83,56	84,81	85,86	88,15
88	82,21	83,36	84,52	85,68	86,84	89,17
89	83,15	84,31	85,48	86,66	87,82	90,18
90	84,09	85,26	86,45	87,63	88,81	91,19
91	85,02	86,21	87,41	88,61	89,80	92,21
92	85,95	87,16	88,37	89,58	90,79	93,22
93	86,89	88,11	89,33	90,55	91,77	94,23
94	87,82	89,85	90,29	91,52	92,76	95,24
95	88,76	90,00	91,25	92,50	93,74	96,26
96	89,69	90,95	92,21	93,57	94,73	97,27
97	90,62	91,89	93,17	94,45	95,72	98,29
98	91,56	92,84	94,13	95,42	96,70	99,30
99	92,49	93,79	95,09	96,39	97,69	100,31
100	93,42	94,74	96,05	97,37	98,68	101,32

(68) *Volumes des gaz à diverses températures ramenés à zéro.*

Volumes observés à $t°$.	$t°=12°$. Volumes à zéro.	$t°=14°$. Volumes à zéro.	$t°=16°$. Volumes à zéro.	$t°=18°$. Volumes à zéro.	$t°=20°$. Volumes à zéro.	$t°=22°$. Volumes à zéro.	$t°=24°$. Volumes à zéro.
11	10,53	10,46	10,39	10,32	10,25	10,18	10,11
12	11,49	11,42	11,38	11,26	11,10	11,11	11,03
13	12,45	12,36	12,28	12,20	12,11	12,03	11,95
14	13,41	13,31	13,23	13,13	13,04	12,96	12,87
15	14,37	14,27	14,17	14,07	13,97	13,88	13,79
16	15,32	15,22	15,11	15,01	14,91	14,81	14,71
17	16,28	16,17	16,06	15,95	15,84	15,73	15,63
18	17,24	17,12	17,00	16,89	16,76	16,66	16,55
19	18,20	18,07	17,95	17,83	17,70	17,58	17,47
20	19,16	19,03	18,89	18,76	18,64	18,51	18,39
21	20,12	19,98	19,84	19,70	19,57	19,43	19,31
22	21,08	20,93	20,78	20,64	20,50	20,36	20,23
23	22,03	21,88	21,73	21,58	21,43	21,29	21,15

Volumes observés à t°.	$t^{\circ} = 12^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 14^{\circ}$ Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 16^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 18^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 20^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 22^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 24^{\circ}$. Volumes à zéro.
24	22,99	22,83	22,67	22,51	22,37	22,21	22,07
25	23,95	23,78	23,61	23,45	23,30	23,15	22.99
26	24,91	24,73	24,56	24,39	24,23	24,06	23,91
27	25,87	25,69	25,50	25,33	25,15	24,99	24,83
28	26,82	26,64	26,45	26,27	26,09	25,91	25,74
29	27,78	27,59	27,39	27,20	27,02	26,84	26,67
30	28,74	28,54	28,34	28,15	27,95	27,77	27,58
31	29,70	29,49	29,28	29,09	28,87	28,70	28,50
32	30,66	30,44	30,23	30,03	29,81	29,62	29,42
33	31,61	31,39	31,17	30,97	30,74	30,55	30,34
34	32,57	32,34	32,12	31,90	31,68	31,47	31,26
35	33,53	33,30	33,06	32,83	32,61	32,40	32,18
36	34,49	34,24	34,01	33,78	33,54	33,32	33,10
37	35,45	35,20	34,95	34,72	34,47	34,25	34.02
38	36,40	36,15	35,90	35,66	35,40	35,17	34,93
39	37,36	37,10	36,84	36,59	36,34	36,10	35,85
40	38,32	38,05	37,79	37,53	37,27	37,02	36,77
41	39,28	39,00	38,73	38,47	38,20	37,95	37,69
42	40,24	39,95	39,68	39,41	39,13	38,87	38,61
43	41,19	40,90	40,62	40,35	40,07	39,80	39,53
44	42,15	41,86	41,57	41,28	41,00	40,72	40,45
45	43,11	42,81	42,51	42,22	41,93	41,65	41,37
46	44,07	43,76	43,46	43,16	42,86	42,57	42,29
47	45,03	44,71	44,40	44,10	43,79	43,50	43,21
48	45,98	45,66	45,35	45,04	44,72	44,42	44,12
49	46,94	46,61	46,30	45,97	45,65	45,35	45,04
50	47,90	47,57	47,24	46,91	46,59	46,28	45,97
51	48,86	48,52	48,18	47,85	47,52	47,20	46,89
52	49,82	49,47	49,13	48,79	48,45	48,13	47,81
53	50,77	50,41	50,07	49,72	49,38	49,06	48,73
54	51,01	51,37	51,02	50,66	50,32	49,98	49,65
55	52,87	52,33	51,96	51,60	51,25	50,91	50,57
56	53,65	53,28	52,91	52,54	52,18	51,83	51,49
57	54,61	54,23	53,86	53,48	53,11	52,76	52,41
58	55,56	55,18	54,80	54,42	54,04	53,68	53,32
59	56,52	56,13	55,74	55,35	54,97	54,61	54,24
60	57,47	57,08	56,68	56,29	55,91	55,53	55,16
61	58,43	58,03	57,63	57,23	56,84	56,46	56,08
62	59,39	58,98	58,57	58,17	57,77	57.38	57,00
63	60,35	59,93	59,52	59,11	58,71	58,31	57,92
64	61,31	60,88	60,46	60,04	59,64	59,23	58,84

Volumes observés à $t°$.	$t° = 12°$. Volumes à zéro.	$t° = 14°$. Volumes à zéro.	$t° = 16°$. Volumes à zéro.	$t° = 18°$. Volumes à zéro.	$t° = 20°$. Volumes à zéro.	$t° = 22°$. Volumes à zéro.	$t° = 24°$. Volumes à zéro.
65	62,26	61,84	61,40	60,97	60,57	60,16	59,76
66	63,22	62,79	62,35	61,92	61,50	61,08	60,68
67	64,18	63,74	63,29	62,86	62,43	62,01	61,60
68	65,13	64,69	64,23	63,80	63,36	62,93	62,51
69	66,09	65,64	65,18	64,73	64,30	63,86	63,43
70	67,05	66,59	66,13	65,67	65,23	64,79	64,35
71	68,01	67,54	67,07	66,61	66,16	65,71	65,27
72	68,97	68,49	68,02	67,55	67,09	66,64	66,19
73	69,92	69,44	68,96	68,49	68,09	67,57	67,11
74	70,88	70,40	69,91	69,42	68,96	68,49	68,03
75	71,84	71,35	70,85	70,37	69,89	69,42	68,95
76	72,80	72,30	71,80	71,30	70,82	70,34	69,87
77	73,76	73 25	72,74	72,24	71,75	71,27	70,79
78	74,71	74,20	73,69	73,18	72,68	72,19	71,70
79	75,67	75,15	74,63	74,11	73,61	73,12	72,62
80	76,63	76,10	75,58	75,06	74,54	74,04	73,54
81	77,59	77,05	76,52	76,00	75,47	74,97	74,46
82	78,55	78,00	77.47	76,94	76,40	75,89	75,38
83	79,50	78,95	78,41	77,87	77,34	76,82	76,30
84	80,46	79,91	79,35	78,81	78,27	77,74	77,22
85	81,42	80,86	80,30	79,75	79,20	78,67	78,14
86	82,38	81,81	81,24	80,69	80,13	79,59	79,06
87	83,33	82,76	82,19	81,63	81,06	80,52	79,98
88	84,29	83,71	83,13	82,57	81,99	81,44	80,90
89	85,25	84,66	84,08	83,50	82,93	82,37	81,82
90	86,21	85,62	85,02	84,44	83,86	83,30	82,74
91	87,17	86,57	85,96	85,38	84,79	84,22	83,66
92	88,13	87,52	86,91	86,32	85,72	85,15	84,58
93	89,08	88,47	87,85	87,25	86,66	86,08	85,50
94	90,04	89,42	88,80	88,19	87,59	87,00	86,42
95	91,00	90,38	89.74	89,13	88,52	87,93	87,34
96	91,96	91,33	90,69	90,07	89,45	88,85	88,28
97	92,92	92,28	91,63	91,00	90,38	89,78	89,18
98	93,87	93,23	92.58	91,94	91,31	90,70	90,09
99	94,83	94,18	93,52	92,88	92,24	91,63	91,01
100	95,79	95,13	94,47	93,82	93,18	92,55	91,93

Section IX. — Densités des solides, liquides et gaz.

(69) *Volume et densité de l'eau distillée de* 0° *à* 100°. (Rossetti.)

d_t = densité à t^0, $d_0 = 1$. D_t = densité à t^0, $D_{4.07} = 1$.
v_t = volume à t^0, $v_0 = 1$. V_t = volume à t^0, $V_{4.07} = 1$.

t	d_t	v_t	D_t	V_t
0°	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	057	0,999943	928	072
2	098	902	969	031
3	120	880	991	009
4	129	871	1,000000	1,000000
5	119	881	0,999990	010
6	099	901	970	030
7	062	938	933	067
8	015	985	886	114
9	0,999953	1,000047	824	176
10	876	124	747	253
11	784	216	655	345
12	678	322	549	451
13	559	441	430	570
14	429	572	299	701
15	289	712	160	841
16	131	870	002	999
17	0,998970	1,001031	0,998841	1,001160
18	782	219	654	348
19	588	413	460	542
20	388	615	259	744
21	176	828	047	957
22	0,997956	1,002048	0,997828	1,002177
23	730	276	601	405
24	495	511	367	641
25	249	759	120	888
26	0,996994	1,003014	0,996866	1,003144
27	732	278	603	408
28	460	553	331	682
29	179	835	051	965
30	0,99589	1,00412	0,99577	1,00425
40	0,99248	1,00757	0,99235	1,00770
50	0,98832	1,01182	0,98819	1,01195
60	0,98350	1,01678	0,98338	1,01691
70	0,97807	1,02243	0,97794	1,02256
80	0,97206	1,02874	0,97194	1,02887
90	0,96568	1,03554	0,96556	1,03567
100	0,95879	1,04299	0,95866	1,04312

70) *Volume et densité du mercure entre* 0 *et* 360°, calculés par Broch, sur les mesures de Regnault.

Température.	Coefficient de dilatation moyen	Densité.	Log.	Volume de 1 gramm. de Hg en cent. cube.	Log.
	0,000	13,	1,	0,0	$\bar{2}$,
0	18179	5956	1333984	735532	8666016
10	18180	5709	1326096	736869	8673904
20	18181	5463	1318221	738207	8681779
30	18183	5218	1310358	739544	8689642
40	18186	4974	1302507	740882	8697493
50	18189	4731	1294666	742221	8705334
60	18193	4488	1286834	743561	8713166
70	18198	4246	1279012	744901	8720988
80	18203	4005	1271196	746243	8728804
90	18209	3764	1263387	747586	8736613
100	18216	3524	1255584	748931	8744416
110	18224	3284	1247786	750276	8752214
120	18232	3045	1239992	751624	8760008
130	18241	2807	1232202	752974	8767798
140	18250	2569	1224413	754325	8775587
150	18261	2331	1216626	755679	8783374
160	18272	2094	1208838	657035	8791162
170	18284	1858	1201051	758394	8798949
180	18296	1621	1193262	759755	8806738
190	18309	1385	1185471	761120	8814529
200	18323	1150	1177668	762486	8822322
210	18338	0915	1169881	763857	8830119
220	18353	0680	1162078	765230	8837922
230	18369	0445	1154270	766607	8845730
240	18386	0210	1146456	767988	8853544
250	18403	12,9976	1138636	769372	8861364
260	18421	9742	1130807	770760	8869193
270	18440	9508	1122969	772152	8877030
280	18459	9274	1115122	773549	8884878
290	18480	9041	1107264	774950	8892736
300	18500	8807	1099395	776355	8900605
310	18522	8573	1091515	777765	8908485
320	18544	8340	1083622	779180	8916378
330	18567	8107	1075715	780600	8924285
340	18591	7873	1067795	782025	8932205
350	18616	7640	1059859	783455	8940141
360	18641	7406	1051908	784891	8948092

(71) *Densités de quelques substances inorganiques.*

Les autres propriétés, tables **137** et **184**. — Minéraux, table **185**.

LIQUIDES.	
Acide carboiqune à 0°	0,95
— chlorhydrique à 0°	0,91
— cyanhydrique à 7°	0,706
— hypoazotique à 0°	1,49
— sulfureux à 0°	1,434
Ammoniaque à 0°	0,636
Azote à — 193°	0,832
Brome à 20°	3,12
Bromure phosphoreux à 0°	2,923
Chlorure antimonique à 0°	2,346
— arsénieux à 0°	2,205
— de bore	1,35
— d'étain (tétra) à 0°	2,278
— d'iode (mono) à 0°	3,18
— de phosphore (tri) à 0°	1,613
— — (oxy) à 0°	1,712
— de soufre (proto) à 0°	1,709
— de sulfuryle à 0°	1,708
— de silicium à 0°	1,524
Eau de mer	1,026
— oxygénée	1,452
Gallium surfondu à 24°	6,07
Mercure à 0°	13,596
Oxygène à — 130°	0,899
Sulfure de carbone à 0°	1,263
ÉLÉMENTS SOLIDES.	
Aluminium	2,60
Antimoine	6,71
Argent	10,53
Arsenic cristallisé	5,73
Bismuth	9,80
Bore cristallisé	2,6
Cadmium	8,60
Carbone (diamant)	3,52
— (graphite)	2,3
Charbon de cornue	1,88
Chrome	6,7
Cobalt fondu	8,6
Cuivre	8,92
Etain	7,29
Fer	7,86
— acier	7,7
— fonte grise	7,1
— — blanche	7,6
Gallium	5,95
Germanium	5,47
Indium	7,40
Iode	4,95
Iridium	22,4
Lithium	0,59
Magnésium	1,74
Manganèse	7,4
Molybdène	8,6
Nickel	8,9
Or	19,32
Osmium	22,48
Palladium	11,4
Phosphore	1,83
— rouge	2,20
— métallique	2,34
Platine fondu	21,50
Plomb	11,37
Potassium	0,87
Rhodium	12,1
Ruthénium	12,26
Sélénium noir	4,8
— rouge	4,5
Silicium cristallisé	2,39
Sodium	0,978
Soufre octaédrique	2,07
— prismatique	1,96
— mou	1,92
Tellure	6,4
Thallium	11,85
Thorium	11,00
Tungstène	19,1
Uranium	18,7
Vanadium	5,5
Zinc	7,15
OXYDES ET SELS.	
Aluminium, oxyde	3,85
— corindon	4,00

Aluminium, fluorure	3,10	Calcium fluorure ppté	3,15
— sulfate crist.	1,62	— carbonate ppté à froid	2,72
— Alun potass. crist.	1,72	— — — à chaud	2,95
— — sod. —	1,60	— sulfate anhydre	2,97
— — ammon. —	1,624	Chrome, oxyde	5,04
Ammonium, chlorure	1,52	— alun potassique	1,84
— fluorure	1,21	Anhydride chromique	2,74
— nitrate	1,74	Cobalt, oxyde anhydre	5,68
— oxalate	1,5	— peroxyde	5,18
— sulfate	1,76	Cobalticyanure de potass.	1,91
— sulfocyanure	1,31	Cuivre, oxydule	5,88
Antimoine, oxyde	5,53	— oxyde anhydre	6,40
— sulfure ppté	4,42	— protosulfure ppté	5,58
Anhydride antimonique	3,78	— bisulfure	3,98
Antimoine, trichlorure	3,06	— protochlorure	3,53
Argent, bromure	6,33	— bichlorure anhydre	3,05
— chlorure fondu	5,55	— — crist.	2,50
— fluorure	5,85	— phosphure $P^2 Cu^3$	6,67
— iodure	5,62	— nitrate crist.	2,05
— nitrate	4,34	— sulfate anhydre	3,58
— oxyde	7,52	— — crist.	2,272
— sulfure	6,85	Étain protochlorure crist.	2,70
Anhydride arsénieux crist.	3,71	— tétrachlorure	2,28
— arsénique	4,09	— protosulfure	5,03
Baryum, oxyde	5,00	— bisulfure	4,51
— hydrate crist.	1,656	Acide stannique	6,95
— bioxyde	4,96	Fer, peroxyde calciné	5,12
— carbonate ppté	4,275	— pentacarbonyle $Fe(CO)^5$	1,47
— bromure crist.	3,71	— protosulfure	4,84
— chlorure crist.	3,045	— protochlorure crist.	1,93
— iodure	4,91	— anhydre	2,53
— nitrate	3,23	— perchlorure subl.	2,80
— sulfate ppté	4,33	— sulfate (proto) crist.	1,88
Bismuth, oxyde	8,15	— — ferrique anh.	3,10
— nitrate crist.	2,78	Lithium, chlorure	2,04
Anhydride borique	1,79	— carbonate	2,11
Acide —	1,46	— sulfate crist.	2,02
Cadmium bromure	4,79	Magnésie, peu calcinée	3,22
— chlorure anhyd.	3,78	— très —	3,61
— — crist.	3,32	Magnésium, chlorure crist.	1,56
— iodure	5,98	— sulfate	1,68
— sulfure ppté	4,5	— pyrophosphate	2,40
Calcium, oxyde	3,15	Manganèse, peroxyde ppté	4,50
— hydrate	2,08	— chlorure crist.	1,91
— bromure anhydre	3,32	— carbonate ppté	3,125
— chlorure anhydre	2,21	— sulfate crist.	2,107
— — crist.	1,65	Mercure, bioxyde	11,14

Mercure, protochlorure..	7,10	Sodium chlorure.........	2,10
— protosulfate....	7,56	— borate crist.........	1,72
— bichlorure.....	5,42	— carbonate anh.......	2,476
— biiodure rouge.	6,257	— — crist......	1,458
— — jaune..	6,060	— — (bi).......	2,206
— sulfate mercurique	6,47	— nitrate.............	2,244
— — mercureux.	7,56	— nitroprussiate crist..	1,71
— bisulfure ppté..	7,67	— phosphate bibas.crist.	1,54
Acide molybdique.......	4,39	— sulfate anh..........	2,655
Nickel, protoxyde........	6,66	— — crist.........	1,462
— sulfate crist......	1,98	— — (bi).........	2,742
Anhydride phosphorique.	2,39	— tungstate crist.......	3,24
Acide — ..	1,884	Anhydride sulfurique à 25°.	1,913
Chloroplatinate de potass.	3,54	Strontium, hydrate crist..	1,396
— de sodium...	2,50	— nitrate.........	2,93
— d'ammonium.	2,98	Urane, nitrate crist......	2,81
Plomb, protoxyde.......	9,25	Zinc, oxyde.............	5,65
— minium..........	9,07	— chlorure...........	2,75
— peroxyde........	8,91	— sulfate anhydre.....	3,49
— chlorure.........	5,80	— — crist........	2,015
— iodure..........	6,16		
— sulfure artificiel..	7,13	SUBSTANCES DIVERSES.	
— carbonate ppté...	6,43	Ardoise.................	2,853
— chromate ppté....	6,29	Basalte d'Auvergne......	2,422
— nitrate..........	4,41	Calcaire grossier........	2,0
— sulfate ppté......	6,23	Caoutchouc.............	0,933
Potassium, hydrate......	2,044	Granit des Vosges.......	2,716
— chlorure.....	1,977	Grès —	2,200
— bromure.....	2,69	— à pavés...........	2,416
— iodure.......	3,07	Houille compacte........	1,33
— fluosilicate...	2,66	Ivoire..................	1,917
— carbonate....	2,29	Jayet (lignite)..........	2,259
— chlorate.....	2,31	Marbre de Carrare.......	2,717
— perchlorate..	2,52	Pierre de liais..........	2,078
— chromate....	2,72	— meulière..........	2,483
— bichromate..	2,70	— ponce...........	2,4
— cyanure.....	1,52	Poix résine.............	1,972
— ferricyanure..	1,83	Porcelaine de Sèvres....	2,15
— ferrocyanure.	1,91	— de Berlin.....	2,3
— nitrate.......	2,09	Porphyre rouge.........	2,765
— permanganate	2,71	Poudre de guerre.......	0,858
— sulfate......	2,65	Schiste................	2,672
— — (bi)....	2,35	Terre arable argileuse...	1,240
— sulfocyanate..	1,89	Verre ordinaire.........	2,64
Silice artif. calcinée......	2,20	— cristal............	2,95
Sodium, hydrate.........	2,13	— flint.............	3,3

(72) *Poids d'un volume d'air humide.*

Si l'air est saturé d'humidité, son poids en grammes sera donné par la formule

$$P = V \frac{1{,}2935}{1 + 0{,}00367 \cdot t} \frac{(H - \frac{3}{8} F)}{760},$$

dans laquelle V est le volume en litres, t la température, H la pression et F la tension maxima de la vapeur d'eau à t^0 (voy. table 39).

Si l'air n'est pas saturé, on appelle son *état hygrométrique* le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau qu'il renferme et celle qu'il renfermerait s'il était saturé; ou encore le rapport entre la tension actuelle de la vapeur d'eau qui existe dans l'air et la tension maxima de cette vapeur à la même température. Soit E ce rapport; la tension actuelle de la vapeur d'eau sera FE. C'est par cette tension qu'il faudra remplacer F dans la formule précédente pour avoir le poids d'un volume d'air humide dont l'état hygrométrique serait E.

(73) *Densités des gaz et de quelques vapeurs.*

Gaz.	Formules.	Poids molécul.	Densité trouvée, celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Acétylène	C^2H^2	26	0,92	1,161
Acide azoteux	Az^2O^3	76	2,63	3,40
— bromhydrique	HBr	81	2,71	3,616
— carbonique	CO^2	44	1,529	1,965
— chlorhydrique	HCl	36,5	1,256	1,628
— cyanhydrique	HCAz	27	0,948	1,210
— fluorhydrique	HFl	20	0,712	0,898
— hypoazotique	AzO^2	46	1,57 à 183°	2,056
— hypochloreux	Cl^2O	87	3,007	3,882
— iodhydrique	HI	128	4,375	5,710
— sulfhydrique	H^2S	34	1,191	1,521
— sulfureux	SO^2	64	2,277	2,861
Air			1,000	1,2934
Ammoniac	AzH^3	17	0,590	0,761
Azote atmosphérique	Az^2		0,972	1,2572
— chimique	Az^2	28	0,967	1,2511

Gaz.	Formules.	Poids molécul.	Densité trouvée, celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Bioxyde d'azote	AzO	30	1,037	1,341
Brome	Br^2	160	5,524 à 227°,9	7,142
Butane	C^4H^{10}	58	2,01	2,591
Chlore	Cl^2	71	2,450 à 200°	3,167
Chlorure de bore	$BoCl^3$	117,5	3,94	5,26
— de cyanogène	$CAzCl$	61,5	2,131	2,875
— d'éthyle	C^2H^5Cl	64,5	2,219	2,879
— de méthyle	CH^3Cl	50,5	1,731	2,254
— de nitrosyle	$AzOCl$	65,5	2,31	2,926
Cyanogène	C^2Az^2	52	1,806	2,330
Ethane	C^2H^6	30	1,075	1,341
Fluor	Fl^2	38	1,26	1,706
Fluorure de bore	$BoFl^3$	68	2,31	3,05
— d'éthyle	C^2H^5Fl	48	1,70	2,149
— de méthylène	CH^2Fl^2	52	1,81	2,35
— de phosphore (tri)	PFl^3	88	3,022	3,95
— de phosphore (penta)	PFl^5	126	4,49	5,655
— de phosphore (oxy)	$POFl^3$	104	3,68	4,661
— de silicium	$SiFl^4$	104,5	3,60	4,68
Hydrogène	H^2	2	0,06926	0,08955
Hydrogène arsénié	AsH^3	78	2,695	3,49
— phosphoré	PH^3	34	1,214	1,520
Iode	I^2	254	8,716	11,3
Mercure	Hg	200	6,976	8,9
Méthane	CH^4	16	0,558	0,716
Méthylamine	CH^3AzH^2	31	1,080	1,387
Oxychlorure de carbone	$COCl^2$	99	3,505	4,417
Oxyde de carbone	CO	28	0,968	1,251
— de méthyle	C^2H^6O	46	1,617	2,06
Oxygène	O^2	32	1,1056	1,430
Protoxyde d'azote	Az^2O	44	1,614	1,969
Vapeur d'eau	H^2O	18	0,6235	0,806

La valeur du poids du litre des gaz correspond à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

Section X. — Densités des solutions.

Nota. Ces densités, notamment celles de Gerlach, sont généralement rapportées à l'eau à $+15^0$. Pour les rapporter à l'eau à $+4^0$, c'est-à-dire pour avoir les vraies densités à $+15^0$ ou encore le poids à $+15^0$ de l'unité de volume de la solution, il faut multiplier par la densité de l'eau à $+15^0$, c'est-à-dire par 0,99916, les nombres des tables.

(74). *Densités des mélanges d'eau et d'alcool. — Cette table, dressée par le Bureau des Poids et Mesures, est déclarée légale en France par le décret du 27 décembre 1884.*

La densité est rapportée à l'eau à 15^0 centigrades et ramenée au vide. Le degré alcoométrique doit être lu au-dessous du ménisque; il correspond à la proportion pour 100 en volume d'alcool absolu à 15^0 centigrades.

Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.
1	0,99844	26	0,96981	51	0,93241	76	87500
2	99695	27	96876	52	93041	77	87234
3	99552	28	96769	53	92837	78	86965
4	99413	29	96659	54	92630	79	86692
5	99277	30	96545	55	92420	80	86416
6	99145	31	96428	56	92209	81	86137
7	99016	32	96307	57	91997	82	85854
8	98891	33	96183	58	91784	83	85567
9	98770	34	96055	59	91569	84	85275
10	98652	35	95923	60	91351	85	84979
11	98537	36	95786	61	91130	86	84678
12	98424	37	95645	62	90907	87	84372
13	98314	38	95499	63	90682	88	84060
14	98206	39	95350	64	90454	89	83741
15	98100	40	95196	65	90224	90	83415
16	97995	41	95020	66	89991	91	83081
17	97892	42	94872	67	89755	92	82738
18	97790	43	94705	68	89516	93	82385
19	97688	44	94535	69	89274	94	82020
20	97587	45	94361	70	89029	95	81641
21	97487	46	94183	71	88781	96	81245
22	97387	47	94002	72	88531	97	80829
23	97286	48	93817	73	88278	98	80390
24	97185	49	93629	74	88022	99	79926
25	97084	50	93437	75	87763	100	79433

Nota. Pour avoir la quantité d'alcool pour 100 *en poids* (x), d'après la quantité *en volume* déterminée à l'alcoomètre (v), on prend dans la

table de densité du mélange (D) et celle de l'alcool pur (d) et l'on effectue l'opération suivante : $x = v \frac{d}{D}$ (voyez table **369**).

Pour avoir la quantité d'eau y qui, ajoutée à 100 parties d'alcool marquant v degrés alcoométriques et possédant par conséquent la densité D, donnera un alcool marquant v' et d'une densité D', on effectuera l'opération suivante : $y = 100 \left(D' \frac{v}{v'} - D \right)$. (Voyez table **78.**)

(75) *Usage de l'Hydromètre de Sykes.*

Cet instrument, dont l'emploi est légal en Angleterre, est un aréomètre à poids et à volume variables. C'est une boule creuse de laiton portant une tige supérieure graduée de 0 à 10 et une tige inférieure formant lest sur laquelle on peut fixer des rondelles marquées 10, 20,... 90. Le nombre marqué par les rondelles doit être ajouté à celui indiqué par la graduation; ainsi supposons que l'instrument seul ou lesté avec les rondelles 10, 20, ou 30 ne plonge pas assez dans le liquide pour que la tige graduée puisse donner des indications, on fixe à l'instrument la rondelle 40 et la tige s'enfonce alors jusqu'à la division 5. Le degré lu est 45. Ce degré donne, au moyen d'une table spéciale et en tenant compte de la température, la quantité de *proof spirit* contenu dans la liqueur.

Le *Proof Spirit* (Esprit d'épreuve) est défini ainsi qu'il suit par acte du Parlement « à 51° Fahrenheit, son poids est les $\frac{12}{13}$ de celui de l'eau, à volume égal » (D = 0,92307 à 51° Fahr., ou D = 0,919 à 60° Fahr. = 15,56 centigr.).

Un liquide alcoolique est dit à 30 % *over* ou *above proof* (au-dessus de l'épreuve), si 100 volumes de cet esprit donnent par dilution avec l'eau 130 volumes de *proof spirit*. Il est dit à 30 % *under* ou *below proof* (au-dessous de l'épreuve) si 100 volumes renferment 100 — 30 ou 70 volumes de proof spirit. L'*épreuve* ancienne qui a donné le nom au *proof spirit* consistait à allumer le liquide spiritueux sur de la poudre à canon; si à la fin de la combustion la poudre s'enflammait, l'esprit était au-dessus de l'épreuve; si l'eau de l'esprit empêchait la poudre de fuser, celui-ci était au-dessous de l'épreuve.

L'alcoomètre de Sykes doit s'enfoncer jusqu'au zéro de sa graduation dans l'alcool de densité = 0,825 à + 15°,56 C. Cet alcool n'est pas absolu; c'est à peu près l'alcool à 40° Baumé : on l'appelle *Standard Alcohol*.

Nous ne donnons pas la table qui permet de passer des degrés lus sur l'instrument aux *pour cent au-dessous* ou *au-dessous de l'épreuve*. Cette table accompagne chaque instrument. Mais voici, d'après le docteur Ure, la correspondance de ces *pour cent*, qui sont très usités dans le commerce, avec les densités (à 15°,5 C., celle de l'eau à 15°,5 étant 1).

(76) ***Conversion des densités des alcools en degrés* over *ou* under proof.**

Over proof.	Densité.	Over proof.	Densité.	Under proof	Densité.
67 0/0	0,8156	28,0	0,8825	8,0	0,9295
65,0	0,8199	27,0	0,8840	9.0	0,9306
64,6	0,8221	26,0	0,8854	10,0	0,9318
63,1	0,8238	25,0	0,8869	11,0	0,9329
62,0	0,8259	24,0	0,8883	12,1	0,9341
61,1	0,8277	23,0	0,8897	13,1	0,9353
60,0	0,8298	21,9	0,8912	14,2	0,9364
59,1	0,8315	20,9	0,8926	15,3	0,9376
58,0	0,8336	19,9	0,8940	16,0	0.9384
57,1	0,8354	19,1	0,8951	17,1	0,9396
56,0	0,8376	18,0	0,8966	18,2	0,9407
55,0	0,8366	16,9	0,8981	19,3	0,9419
54,1	0,8413	15,9	0,8996	20,0	0,9426
53,1	0,8431	15,0	0,9008	21,2	0,9437
52,1	0,8448	13,9	0,9023	22,2	0,9448
51,1	0,8465	13,1	0,9034	23,1	0,9456
50,1	0,8482	12	0,9049	23,9	0,9464
49,1	0,8499	11,1	0,9060	25,1	0,9476
48,0	0,8516	10	0,9075	26,3	0,9488
47,0	0,8533	8,9	0,9089	27,1	0,9496
46,0	0,8550	8,0	0,9100	28,0	0,9503
45,0	0,8566	7,1	0,9111	29,2	0,9515
43,9	0,8583	5,9	0,9126	30,1	0,9522
43,1	0,8597	5,0	0,9137	35,1	0,9565
42,0	0,8615	3,9	0,9152	40,1	0,9603
41,1	0,8629	3,0	0,9163	45,0	0,9638
40	0,8646	1,9	0,9178	50,3	0,9674
39,1	0,8660	1,0	0,9189	54,8	0,9701
38,0	0,8678	Proof spirit	0,9200	60,4	0,9734
37,1	0,8692			65,3	0,9762
35,9	0,8709	Under proof		70,1	0,9790
35,0	0,8723	1,3 %	0,9214	75,4	0,9822
34,1	0,8737	2,2	0,9226	80,4	0,9854
32,9	0,8755	3,1	0.9237	85,2	0,9886
32,0	0,8769	4,0	0,9248	90,2	0,9922
31,0	0,8783	5,0	0,9259	95,4	0,9962
30,0	0,8797	6,0	0,9270	100	1,000
29,0	0,8811	7,0	0,9282		

(77) *Alcoomètre de Tralles.*

Cet instrument donne à + 15°,56 C. la richesse alcoolique en volume des liquides spiritueux. Il diffère à peine de celui de Gay-Lussac. Soit T le degré Tralles et D la densité à 15°,56, on a :

T = 0	D = 0,9991	T = 50	D = 0,9335	T = 85	D = 0,8488
10	0,9857	60	0,9126	90	0,8332
20	0,9751	70	0,8892	95	0,8157
30	0,9646	75	0,8765	100	0,7939
40	0,9510	80	0,8631		

(78) *Quantité d'eau à ajouter à un alcool de titre donné.*

—	90 °/° Alcool.	85 °/° Alcool.	80 °/° Alcool.	75 °/° Alcool.	70 °/° Alcool.	65 °/° Alcool.	60 °/° Alcool.	55 °/° Alcool.	50 °/° Alcool.
85	6,56								
80	13,79	6,83							
75	21,89	14,48	7,20						
70	31,10	23,14	15,35	7,64					
65	41,53	33,03	24,66	16,37	8,15				
60	53,65	44,48	35,44	26,47	17,58	8,76			
55	67,87	57,90	48,07	38,32	28,63	19,02	9,47		
50	84,71	73,90	63,04	52,43	41,73	31,25	20,47	10,35	
45	105,34	93,30	81,38	69,54	57,78	46,09	34,46	22,90	11,41
40	130,80	117,34	104,01	90,76	77,58	64,48	51,43	38,46	25,55
35	163,28	148,01	132,88	117,82	102,84	87,93	70,08	58,31	43,59
30	206,22	188,57	171,05	153,53	136,34	118,94	101,71	84,54	67,45
25	266,12	245,15	224,30	203,61	182,83	162,21	141,65	121,16	100,73
20	355,80	329,84	304,01	278,26	252,58	226,98	201,43	175,96	150,55
15	505,27	471,00	436,85	402,81	368,83	334,91	301,07	267,29	233,64
10	804,50	753,65	702,89	652,21	601,60	551,06	500,50	450,19	399,85

Exemple : Pour ramener un alcool de 80 pour 100 (en vol.) au titre de 40 pour 100, on cherche dans la colonne verticale correspondante à 80 pour 100 le nombre correspondant à la ligne horizontale 40; vo trouve 104. Donc à 100 vol. d'alcool 80 pour 100 il faut ajouter 104 on-lumes d'eau pour obtenir de l'alcool à 40 pour 100.

(79) *Densités à + 15°,5 des mélanges d'alcool méthylique et d'eau par rapport à l'eau à 4°.*

Alcool méthylique %.	Densités.	Alcool méthylique %.	Densités.	Alcool méthylique %.	Densités.
0	0,99907	35	0,94567	70	0,87487
5	0,99048	40	0,93697	75	0,86290
10	0,98262	45	0,92793	80	0.85035
15	0,97523	50	0,91855	85	0,83738
20	0,96808	55	0.90863	90	0,82396
25	0,96093	60	0,89798	95	0,81013
30	0,95355	65	0,88676	100	0,79589

(80) ***Poids spécifiques à 15° des acides nitriques de différentes concentrations par rapport à l'eau à 4°.*** (LUNGE et REY.)

Poids spécifiques à $\frac{15^0}{4^0}$	Degrés Baumé.	100 parties en poids contiennent :					1 litre contient en kilogr. :				
		Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36° B.	Acide à 40° B.	Acide à 48°,5.	Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36°.	Acide à 40°.	Acide à 48°,5.
1,015	2,1	2,39	2,80	5,30	4,52	2.87	0,024	0,028	0,053	0,045	0,029
1,030	4,1	4,71	5,50	10.42	8,88	5,64	0,049	0,057	0,108	0,092	0,058
1,045	6,0	6,97	8,13	15,40	13,13	8,34	0,073	0,085	0,161	0,131	0,087
1,060	8,0	9,15	10,68	20,23	17,25	10,95	0,097	0,113	0,214	0,182	0,116
1,070	9,4	10,57	12,33	23,35	19.91	12,65	0,113	0,132	0,250	0,213	0.135
1,080	10,6	11,96	13,95	26.42	22,53	14,31	0,129	0,151	0,286	0,244	0,155
1,090	11,9	13,31	15,53	29,41	25,08	15,93	0,145	0,169	0,320	0,273	0.173
1,100	13,0	14,67	17,11	32,41	27.63	17,55	0,161	0,188	0,356	0,304	0,193
1,110	14.2	16,00	18,67	35,36	30,15	19,15	0,177	0,207	0,392	0,335	0,212
1,120	15,4	17,34	20,23	38,31	32,67	20,75	0,195	0,227	0,430	0,366	0,233
1,130	16,5	18,66	21,77	41,23	35,16	22.33	0,211	0,246	0,466	0,397	0,252
1,140	17,7	19,98	23,31	44,15	37,65	23,91	0,228	0,266	0,504	0,430	0,273
1,150	18,8	21,29	24,84	47,05	40,12	25,48	0,245	0,286	0,542	0,462	0,293
1,160	19,8	22,60	26,36	49,92	42,57	27,04	0,262	0,306	0,580	0,494	0,314
1,170	20,9	23,90	27,88	52,80	45,03	28,59	0,279	0,326	0,617	0,526	0,334
1,180	22	25,18	29,38	55,64	47.45	30,13	0,297	0,347	0,657	0,560	0,356
1,190	23	26,47	30,88	58,49	49,87	31,67	0,315	0,367	0,695	0,593	0,376

Poids spécifiques à $\frac{15^0}{4^0}$	Degrés Baumé.	100 parties en poids contiennent :					1 litre contient en kilogr. :				
		Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36° B.	Acide à 40° B.	Acide à 48°,5.	Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36°.	Acide à 40°.	Acide à 48°,5.
1,200	24	27,74	32,36	61,29	52,26	33,19	0,333	0,388	0,735	0,627	0,398
1,210	25	28,99	33,82	64,05	54,21	34,69	0,351	0,409	0,775	0,661	0,419
1,220	26	30,24	35,28	66,82	56,16	36,18	0,369	0,430	0,815	0,695	0,441
1,230	26,9	31,53	36,78	69,66	59,13	37,72	0,387	0,452	0,856	0,730	0,466
1.240	27,9	32,82	38,29	72,52	61,84	39,27	0,407	0,475	0,900	0,767	0,487
1,250	28,8	34,13	39,82	75,42	64,31	40,84	0,427	0,498	0,943	0,804	0,511
1,260	29,7	35,44	41,34	78,30	66,76	42,40	0,447	0,521	0,987	0,841	0,534
1,270	30,6	36,75	42,87	81,20	69,23	43,97	0,467	0,544	1,031	0,879	0,558
1,280	31,5	38,07	44,41	84,11	71,72	45,55	0,487	0,568	1,077	0,918	0,583
1,290	32,4	39,39	45,95	87,03	74,21	47,13	0,508	0,593	1,123	0,957	0,608
1,300	33,3	40,71	47,49	89,94	76,70	48,71	0,529	0,617	1,169	0,997	0,633
1,310	34,2	42,06	49,07	92,94	79,25	50,33	0,551	0,643	1,218	1,038	0,659
1,320	35	43,47	50,71	96,05	81,90	52,01	0,573	0,669	1,268	1,080	0,686
1,330	35,8	44,89	52,37	99,18	84,58	53,71	0,597	0,697	1,320	1,126	0,715
1,3325	36	45,26	52,80	100.00	85,27	54,15	0,603	0,704	1,333	1,137	0,722
1,340	36,6	46,35	54,07	102,41	87,32	55,46	0,621	0,725	1,373	1,171	0,744
1,350	37,4	47,82	55,79	105,67	90,10	57,22	0,645	0,753	1,427	1,216	0,772
1.360	38,2	49,35	57,57	109,03	92,97	59,05	0,671	0,783	1,483	1,265	0,803
1,370	39	50,91	59,39	112,48	95,91	60,91	0,698	0,814	1,543	1,314	0,835
1,380	39,8	52,52	61,27	116,04	98,95	62,84	0,725	0,846	1,603	1,366	0,868
1,3833	40	53,08	61,92	117,27	100.00	63,51	0,735	0,857	1,623	1,384	0,879
1,390	40,5	54,20	63,23	119,75	102,12	64,85	0,753	0,879	1,665	1,420	0,902
1,400	41,2	55,97	65,30	123.67	105,46	66,97	0.783	0,914	1.731	1,476	0,937
1.410	42	57,86	67,50	127,84	109,01	69,23	0,816	0.952	1,803	1,537	0,976
1,420	42,7	59.83	69,80	132,19	112,73	71,59	0,849	0.991	1,877	1,600	1,016
1,430	43,4	61,86	72,17	136,68	116,55	74,02	0,885	1,032	1,955	1,667	1,058
1.440	44,1	64.01	74,68	141,44	120,61	76,59	0,921	1,075	2.037	1,736	1,103
1.450	44,8	66,24	77,28	146,36	124,81	79,26	0,961	1,121	2,123	1,810	1,150
1.460	45,4	68,56	79,98	151,47	129,17	82,03	1,001	1,168	2.212	1,886	1,198
1,470	46,1	71,06	82,90	157,00	133,88	85,03	1,045	1,219	2,309	1,969	1,250
1,480	46,8	73,76	86,05	162,97	138,97	88,26	1,092	1,274	2,413	2,058	1,307
1,490	47,4	76,80	89,60	169,69	144,70	91,90	1,144	1,335	2.528	2,156	1.369
1.500	48,1	80,65	94,09	178,19	151,96	96,50	1,210	1.411	2.672	2.278	1,447
1,505	48,4	82,63	96,39	182,55	155,67	98,86	1,244	1,451	2,748	2,343	1,488
1,508	48,5	83,58	97,50	184,65	157.47	100,00	1,260	1.470	2.784	2,374	1,508
1,510	48,7	84,09	98,10	185,79	158,43	100,62	1,270	1,481	2,805	2,392	1,519
1,515	49	84,92	99,07	187,63	160,00	101,61	1,287	1,501	2,843	2,424	1,539
1,520	49,4	85,44	99,67	188,77	160.97	102.23	1,299	1,515	2,869	2,447	1,554

(81) *Poids spécifiques de l'acide chlorhydrique,* d'après Lunge et Marchlewski.

Densité à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide chim. pur contiennent				1 litre contient en Kg.			
		°/₀ HCl	°/₀ ac. à 18° B	°/₀ ac. à 20° B	°/₀ ac. à 22° B	HCl	acide à 18° B	acide à 20° B	acide à 22° B
1,005	0,7	1,15	4,08	3,58	3,25	0,012	0,041	0,036	0,033
1,010	1,4	2,14	7,60	6,66	6,04	0,022	0,077	0,067	0,061
1,015	2,1	3,12	11,08	9,71	8,81	0,032	0,113	0,099	0,089
1,020	2,7	4,13	14,67	12,86	11,67	0,042	0,150	0,131	0,119
1,025	3,4	5,15	18,30	16,04	14,55	0,053	0,188	0,164	0,149
1,030	4,1	6,15	21,85	19,16	17,38	0,064	0,225	0,197	0,179
1,035	4,7	7,15	25,40	22,27	20,20	0,074	0,263	0,231	0,209
1,040	5,4	8,16	28,99	25,42	23,06	0,085	0,302	0,264	0,240
1,045	6,0	9,16	32,55	28,53	25,88	0,096	0,340	0,298	0,270
1,050	6,7	10,17	36,14	31,68	28,74	0,107	0,380	0,333	0,302
1,055	7,4	11,18	39,73	34,82	31,59	0,118	0,419	0,367	0,333
1,060	8,0	12,19	43,32	37,97	34,44	0,129	0,459	0,403	0,365
1,065	8,7	13,19	46,87	41,09	37,27	0,141	0,499	0,438	0,397
1,070	9,4	14,17	50,35	44,14	40,04	0,152	0,539	0,472	0,428
1,075	10,0	15,16	53,87	47,22	42,84	0,163	0,579	0,508	0,460
1,080	10,6	16,15	57,39	50,31	45,63	0,174	0,620	0,543	0,493
1,085	11,2	17,13	60,87	53,36	48,40	0,186	0,660	0,579	0,523
1,090	11,9	18,11	64,35	56,41	51,17	0,197	0,701	0,615	0,558
1,095	12,4	19,06	67,73	59,37	53,86	0,209	0,742	0,650	0,590
1,100	13,0	20,01	71,11	62,33	56,54	0,220	0,782	0,686	0,622
1,105	13,6	20,97	74,52	65,32	59,26	0,232	0,823	0,722	0,655
1,110	14,2	21,92	77,89	68,28	61,94	0,243	0,865	0,758	0,687
1,115	14,9	22,86	81,23	71,21	64,60	0,255	0,906	0,794	0,719
1,120	15,4	23,82	84,64	74,20	67,31	0,267	0,948	0,831	0,754
1,125	16,0	24,78	88,06	77,19	70,02	0,278	0,991	0,868	0,788
1,130	16,5	25,75	91,50	80,21	72,76	0,291	1,034	0,906	0,822
1,135	17,1	26,70	94,88	83,18	75,45	0,303	1,077	0,944	0,856
1,140	17,7	27,66	98,29	86,17	78,16	0,315	1,121	0,982	0,891
1,1425	18,0	28,14	100,00	87,66	79,51	0,322	1,143	1,002	0,908
1,145	18,3	28,61	101,67	89,13	80,84	0,328	1,164	1,021	0,926
1,150	18,8	29,57	105,08	92,11	83,55	0,340	1,208	1,059	0,961
1,152	19,0	29,95	106,43	93,30	84,63	0,345	1,226	1,075	0,975
1,155	19,3	30,55	108,58	95,17	86,32	0,353	1,254	1,099	0,997
1,160	19,8	31,52	112,01	98,19	89,07	0,366	1,299	1,139	1,033
1,163	20,0	32,10	114,07	100,00	90,70	0,373	1,326	1,163	1,054
1,165	20,3	32,49	115,46	101,21	91,81	0,379	1,345	1,179	1,070
1,170	20,9	33,46	118,91	104,24	94,55	0,392	1,391	1,220	1,106
1,171	21,0	33,65	119,58	104,82	95,09	0,394	1,400	1,227	1,113
1,175	21,4	34,42	122,32	107,22	97,26	0,404	1,437	1,260	1,143
1,180	22,0	35,39	125,76	110,24	100,00	0,418	1,484	1,301	1,180
1,185	22,5	36,31	129,03	113,11	102,60	0,430	1,529	1,340	1,216
1,190	23,0	37,23	132,30	115,98	105,20	0,443	1,574	1,380	1,252
1,195	23,5	37,16	135,61	118,87	107,83	0,456	1,621	1,421	1,289
1,200	24,0	39,11	138,98	121,84	110,51	0,469	1,667	1,462	1,326

(82) *Poids spécifiques des solutions d'acide sulfurique,* d'après Lunge et Isler.

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		°/o SO^3	°/o H^2SO^4	°/o acide à 60°	°/o acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,000	0,	0,07	0,09	0,12	0,14	0,001	0,001	0,001	0,001
1,005	0,7	0,68	0,83	1,06	1,33	0,007	0,008	0,011	0,013
1,010	1,4	1,28	1,57	2,01	2,51	0,013	0,016	0,020	0,025
1,015	2,1	1,88	2,30	2,95	3,68	0,019	0,023	0,030	0,037
1,020	2,7	2,47	3,03	3,88	4,85	0,025	0,031	0,040	0,050
1,025	3,4	3,07	3,76	4,82	6,02	0,032	0,039	0,049	0,062
1,030	4,1	3,67	4,49	5,78	7,18	0,038	0,046	0,059	0,074
1,035	4,7	4,27	5,23	6,73	8,37	0,044	0,054	0,070	0.087
1,040	5,4	4,87	5,96	7,64	9,54	0,051	0,062	0,079	0,099
1,045	6,0	5,45	6,67	8,55	10,67	0,057	0,071	0,089	0,112
1,050	6,7	6,02	7,37	9,44	11,79	0,063	0,077	0,099	0,124
1,055	7,4	6,59	8,07	10,34	12,91	0,070	0,085	0,109	0,136
1,060	8,0	7,16	8,77	11,24	14,03	0,076	0,093	0,119	0,149
1,065	8,7	7,73	9,47	12,14	15,15	0,082	0,102	0,129	0,161
1,070	9,4	8,32	10,19	13,05	16,30	0,089	0,109	0,140	0,174
1,075	10,0	8,90	10,90	13,96	17,44	0,096	0,117	0,150	0,188
1,080	10,6	9,47	11,60	14,87	18,56	0,103	0,125	0,161	0,201
1,085	11,2	10,04	12,30	15,76	19,68	0,109	0,133	0,171	0,213
1,090	11,9	10,60	12,99	16,65	20,78	0,116	0,142	0,181	0,227
1,095	12,4	11,16	13,67	17,52	21,87	0,122	0,150	0,192	0,240
1,100	13,0	11,71	14,35	18,39	22,96	0,129	0,158	0,202	0,253
1,105	13,6	12,27	15,03	19,26	24,05	0,136	0,166	0,212	0,265
1,110	14,2	12,82	15,71	20,13	25,14	0,143	0,175	0,223	0,279
1,115	14,9	13,36	16,36	20,96	26,18	0,149	0,183	0,234	0,292
1,120	15,4	13,89	17,01	21,80	27,22	0,156	0,191	0,245	0,305
1,125	16,0	14,42	17,66	22,63	28,26	0,162	0,199	0,255	0,318
1,130	16,5	14,95	18,31	23,47	29,30	0,169	0,207	0,265	0,331
1,135	17,1	15,48	18,96	24,29	30,34	0,176	0,215	0,276	0,344
1,140	17,7	16,01	19,61	25,13	31,38	0,183	0,223	0,287	0,358
1,145	18,3	16,54	20,26	25,96	32,42	0,189	0,231	0,297	0,371
1,150	18,8	17,07	20,91	26,79	33,46	0,196	0,239	0,308	0,385
1,155	19,3	17,59	21,55	27,61	34,48	0,203	0,248	0,319	0,398
1,160	19,8	18,11	22,19	28,43	35,50	0,210	0,257	0,330	0,412
1,165	20,3	18,64	22,83	29,25	36,53	0,217	0,266	0,341	0,426
1,170	20,9	19,16	23,47	30,07	37,55	0,224	0,275	0,352	0,439
1,175	21,4	19,69	24,12	30,90	38,59	0,231	0,283	0,363	0,453

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		°/o SO^3	°/o H^2SO^4	°/o acide à 60°	°/o acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 60°
1,180	22,0	20,21	24,76	31,73	39,62	0,238	0,292	0,374	0,467
1,185	22.5	20,73	25,40	32,55	40,64	0,246	0,301	0,386	0,481
1,190	23,0	21,26	26,04	33,37	41,66	0,253	0,310	0,397	0,496
1,195	23,5	21,78	26,68	34,19	42,69	0,260	0,319	0,409	0,511
1,200	24,0	22,30	27,32	35,01	43,71	0,268	0,328	0,420	0,525
1,205	24,5	22,82	27,95	35,83	44,72	0,275	0,337	0,432	0,539
1,210	25,0	23,33	28,58	36,66	45,73	0,282	0,346	0,444	0,553
1,215	25,5	23,84	29,21	37,45	46,74	0,290	0,355	0,455	0,568
1,220	26,0	24,36	29,84	38,23	47,74	0,297	0,364	0,466	0,583
1,225	26,4	24,88	30,48	39,05	48,77	0,305	0,373	0,478	0,598
1,230	26,9	25,39	31,11	39,86	49,78	0,312	0,382	0,490	0,612
1,235	27,4	25,88	31,70	40,61	50,72	0,320	0,391	0,502	0,626
1,240	27,9	26,35	32,28	41,37	51,65	0,327	0,400	0,513	0,640
1,245	28,4	26,83	32,86	42,11	52,58	0,334	0,409	0,524	0,655
1,250	28,8	27,29	33,43	42,84	53,49	0,341	0,418	0,535	0,669
1,255	29,3	27,76	34,00	43,57	54,40	0,348	0,426	0,547	0,683
1,260	29,7	28,22	34,57	44,30	55,31	0,356	0,435	0,558	0,697
1,265	30,2	28,69	35,14	45,03	56,22	0,363	0,444	0,570	0,711
1,270	30,6	29,15	35,71	45,76	57,14	0,370	0,454	0,581	0,725
1,275	31,1	29,62	36,29	46,50	58,06	0,377	0,462	0,593	0,740
1,280	31,5	30,10	36,87	47,24	58,99	0,385	0,472	0,605	0,755
1,285	32,0	30,57	37,45	47,99	59,92	0,393	0,481	0,617	0,770
1,290	32,4	31,04	38,03	48,73	60,85	0,400	0,490	0,629	0,785
1,295	32,8	31,52	38,61	49,47	61,78	0,408	0,500	0,641	0,800
1,300	33,3	31,99	39,19	50,21	62,70	0,416	0,510	0,653	0,815
1,305	33,7	32,46	39,77	50,96	63,63	0,424	0,519	0,665	0,830
1,310	34,2	32,94	40,35	51,71	64,56	0,432	0,529	0,677	0,845
1,315	34,6	33,41	40,93	52,45	65,45	0,439	0,538	0,689	0,860
1,320	35,0	33,88	41,50	53,18	66,40	0,447	0,548	0,702	0,876
1,325	35,4	34,35	42,08	53,92	67,33	0,455	0,557	0,714	0,892
1,330	35,8	34,80	42,66	54,67	68,26	0,462	0,567	0,727	0,908
1,335	36,2	35,27	43,20	55,36	69,12	0,471	0,577	0,739	0,923
1,340	36,6	35,71	43,74	56,05	69,98	0,479	0,586	0,751	0,938
1,345	37,0	36,14	44,28	56,74	70,85	0,486	0,596	0,763	0,953
1,350	37,4	36,58	44,82	57,43	71,71	0,494	0,605	0,775	0,968
1,355	37,8	37,02	45,35	58,11	72,56	0,502	0,614	0,787	0,983
1,360	38,2	37,45	45,88	58,79	73,41	0,509	0,624	0,800	0,998
1,365	38,6	37,89	46,41	59,48	74,26	0,517	0,633	0,812	1,014
1,370	39,0	38,32	46,94	60,15	75,10	0,525	0,643	0,824	1,029
1,375	39,4	38,75	47,47	60,83	75,95	0,533	0,653	0,836	1,044

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		% SO^3	% H^2SO^4	% acide à 60°	% acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,380	39,8	39,18	48,00	61,51	76,80	0,541	0,662	0,849	1,060
1,385	40,1	39,62	48,53	62,19	77,65	0,549	0,672	0,861	1,075
1,390	40,5	40,05	49,06	62,87	78,50	0,557	0,682	0,873	1,091
1,395	40,8	40,48	49,59	63,55	79,34	0,564	0,692	0,886	1,107
1,400	41,2	40,91	50,11	64,21	80,18	0,573	0,702	0,899	1,123
1,405	41,6	41,33	50,63	64,88	81,01	0,581	0,711	0,912	1,138
1,410	42,0	41,76	51,15	65,55	81,86	0,589	0,721	0,924	1,154
1,415	42,3	42,17	51,66	66,21	82,66	0,597	0,730	0,937	1,170
1,420	42,7	42,57	52,15	66,82	83,44	0,604	0,740	0,949	1,185
1,425	43,1	42,96	52,63	67,44	84,21	0,612	0,750	0,961	1,200
1,430	43,4	43,36	53,11	68,06	84,98	0,620	0,759	0,973	1,215
1,435	43,8	43,75	53,59	68,68	85,74	0,628	0,769	0,986	1,230
1,440	44,1	44,14	54,07	69,29	86,51	0,636	0,779	0,998	1,246
1,445	44,4	44,53	54,55	69,90	87,28	0,643	0,789	1,010	1,261
1,450	44,8	44,92	55,03	70,52	88,05	0,651	0,798	1,023	1,277
1,455	45,1	45,31	55,50	71,12	88,80	0,659	0,808	1,035	1,292
1,460	45,4	45,69	55,97	71,72	89,55	0,667	0,817	1,047	1,307
1,465	45,8	46,07	56,43	72,31	90,29	0,675	0,827	1,059	1,323
1,470	46,1	46,45	56,90	72,91	91,04	0,683	0,837	1,072	1,338
1,475	46,4	46,83	57,37	73,51	91,79	0,691	0,846	1,084	1,354
1,480	46,8	47,21	57,83	74,10	92,53	0,699	0,856	1,097	1,370
1,485	47,1	47,57	58,28	74,68	93,25	0,707	0,865	1,109	1,385
1,490	47,4	47,95	58,74	75,27	93,98	0,715	0,876	1,122	1,400
1,495	47,8	48,34	59,22	75,88	94,75	0,723	0,885	1,134	1,417
1,500	48,1	48,73	59,70	76,50	95,52	0,731	0,896	1,147	1,433
1,505	48,4	49,12	60,18	77,12	96,29	0,739	0,906	1,160	1,449
1,510	48,7	49,51	60,65	77,72	97,04	0,748	0,916	1,174	1,465
1,515	49,0	49,89	61,12	78,32	97,79	0,756	0,926	1,187	1,481
1,520	49,4	50,28	61,59	78,93	98,54	0,764	0,936	1,199	1,498
1,525	49,7	50,66	62,06	79,52	99,30	0,773	0,946	1,213	1,514
1,530	50,0	51,04	62,53	80,13	100,00	0,781	0,957	1,226	1,531
1,535	50,3	51,43	63,00	80,73	100,80	0,789	0,967	1,239	1,547
1,540	50,6	51,78	63,43	81,28	101,49	0,797	0,977	1,252	1,563
1,545	50,9	52,12	63,85	81,81	102,16	0,805	0,987	1,264	1,579
1,550	51,2	52,46	64,26	82,34	103,82	0,813	0,996	1,276	1,593
1,555	51,5	52,79	64,67	82,87	103,47	0,821	1,006	1,289	1,609
1,560	51,8	53,12	65,08	83,39	104,13	0,829	1,015	1,301	1,624
1,565	52,1	53,46	65,49	83,92	104,78	0,837	1,025	1,313	1,640
1,570	52,4	53,80	65,90	84,44	105,44	0,845	1,035	1,325	1,655
1,575	52,7	54,13	66,30	84,95	106,08	0,853	1,044	1,338	1,671

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		$^0/_0$ SO^3	$^0/_0$ H^2SO^4	$^0/_0$ acide à 60^0	$^0/_0$ acide à 50^0	SO^3	H^2SO^4	acide à 60^0	acide à 50^0
1,580	53,0	54,46	66,71	85,48	106,73	0,861	1,054	1,351	1,686
1,585	53,3	54,80	67,13	86,03	107,41	0,869	1,064	1,364	1,702
1,590	53,6	55,18	67,59	86,62	108,14	0,877	1,075	1,377	1,719
1,595	53,9	55,55	68,05	87,20	108,88	0,886	1,085	1,391	1,737
1,600	54,1	55,93	68,51	87,79	109,62	0,895	1,096	1,405	1,754
1,605	54,4	56,30	68,97	88,38	110,35	0,904	1,107	1,419	1,772
1,610	54,7	56,68	69,43	88,97	111,09	0,913	1,118	1,432	1,789
1,615	55,0	57,05	69,89	89,56	111,82	0,921	1,128	1,446	1,806
1,620	55,2	57,40	70,32	90,11	112,51	0,930	1,139	1,460	1,823
1,625	55,5	57,75	70,74	90,65	113,18	0,938	1,150	1,473	1,840
1,630	55,8	58,09	71,16	91,19	113,86	0,947	1,160	1,486	1,857
1,635	56,0	58,43	71,57	91,71	114,51	0,955	1,170	1,499	1,873
1,640	56,3	58,77	71,99	92,25	115,18	0,964	1,181	1,513	1,889
1,645	56,6	59,10	72,40	92,77	115,84	0,972	1.192	1,526	1,905
1,650	56,9	59,45	72,82	93,29	116,51	0,981	1,202	1,540	1,922
1,655	57,1	59,78	73,23	93,81	117,17	0,989	1,212	1,553	1,939
1,660	57,4	60,11	73,64	94,36	117,82	0,998	1,222	1,566	1,956
1,665	57,7	60,46	74,07	94,92	118,51	1,007	1,233	1,580	1,973
1,670	57,9	60,82	74,51	95,48	119,22	1,016	1,244	1,595	1,991
1,675	58,2	61,20	74,97	96,07	119,95	1,025	1,256	1,609	2,009
1,680	58,4	61,57	75,42	96,65	120,67	1,034	1,267	1,623	2,027
1,685	58,7	61,93	75,86	97,21	121,38	1,043	1,278	1,638	2,046
1,690	58,9	62,29	76,30	97,77	122,08	1,053	1,289	1,652	2,064
1,695	59,2	62,64	76,73	98,32	122,77	1,062	1,301	1,667	2,082
1,700	59,5	63,00	77,17	98,89	123,47	1,071	1,312	1,681	2,100
1,705	59,7	63,35	77,60	99,44	124,16	1,080	1,323	1,696	2,117
1,710	60,0	63,70	78,04	100,00	124,86	1,089	1,334	1,710	2,136
1,715	60,2	64,07	78,48	100,56	125,57	1,099	1,346	1,725	2,154
1,720	60,4	64,43	78,92	101,13	126,27	1,108	1,357	1,739	2,172
1,725	60,6	64,78	79,36	101,69	126,98	1,118	1,369	1,754	2,191
1,730	60,9	65,14	79,80	102,25	127,68	1,127	1,381	1,769	2,209
1,735	61,1	65,50	80,24	102,82	128,38	1,136	1,392	1,784	2,228
1,740	61,4	65,86	80,68	103,38	129,09	1,146	1,404	1,799	2,247
1,745	61,6	66,22	81,12	103,95	129,79	1,156	1,416	1,814	2,265
1,750	61,8	66,58	81,56	104,52	130,49	1,165	1,427	1,829	2,284
1,755	62,1	66,94	82,00	105,08	131,20	1,175	1,439	1,845	2,303
1,760	62,3	67,30	82,44	105,64	131,90	1,185	1,451	1,859	2,321
1,765	62,5	67,65	82,88	106,21	132,61	1,194	1,463	1,874	2,340
1,770	62,8	68,02	83,32	106,77	133,31	1,204	1,475	1,890	2,359
1,775	63,0	68,49	83,90	107,51	134,24	1,216	1,489	1,908	2,381

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		% SO^3	% H^2SO^4	% acide à 60°	% acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,780	63,2	68,98	84,50	108,27	135,20	1,228	1,504	1,928	2,407
1,785	63,5	69,47	85,10	109,05	136,16	1,240	1,519	1,947	2,432
1,790	63,7	69,96	85,70	109,82	137,14	1,252	1,534	1,965	2,455
1,795	64,0	70,45	86,30	110,58	138,08	1,265	1,549	1,983	2,479
1,800	64,2	70,94	86,90	111,35	139,06	1,277	1,564	2,004	2,503
1,805	64,4	71,50	87,60	112,25	140,16	1,291	1,581	2,026	2,530
1,810	64,6	72,08	88,30	113,15	141,28	1,305	1,598	2,048	2,558
1,815	64,8	72,69	89,05	114,11	142,48	1,319	1,621	2,071	2,587
1,820	65,0	73,51	90,05	115,33	144,08	1,338	1,639	2,099	2,622
1,821	....	73,63	90,20	115,59	144,32	1,341	1,643	2,104	2,628
1,822	65,1	73,80	90,40	118,54	144,64	1,345	1,647	2,110	2,635
1,823	....	73,96	90,60	116,10	144,96	1,348	1,651	2,116	2,643
1,824	65,2	74,12	90,80	116,35	145,28	1,352	1,656	2,122	2,650
1,825	....	74,29	91,00	116,61	145,60	1,356	1,661	2,128	2,657
1,826	65,3	74,49	91,25	116,93	146,00	1,360	1,666	2,135	2,666
1,827	....	74,69	91,50	117,25	146,40	1,364	1,671	2,142	2,675
1,828	65,4	74,86	91,70	117,51	146,72	1,368	1,676	2,148	2,682
1,829	....	75,03	91,90	117,76	147,04	1,372	1,681	2,154	2,689
1,830	....	75,19	92,10	118,02	147,36	1,376	1,685	2,159	2,696
1,831	65,5	75,35	92,30	118,27	147,68	1,380	1 .690	2,165	2,704
1,832	....	75,53	92,52	118,56	148,03	1,384	1,695	2,172	2,711
1,833	65,6	75,72	92,75	118,85	148,40	1,388	1,700	2.178	2,720
1,834	....	75,96	93,05	119,23	148,88	1,393	1,706	2,186	2,730
1,835	65,7	76,27	93,43	119,72	149,49	1,400	1,713	2,196	2,743
1,836	....	76,57	93,80	120,19	150,08	1,406	1,722	2,207	2,755
1,837	....	76,90	94,20	120,71	150,72	1,412	1,730	2,217	2,769
1,838	65,8	77,23	94,60	121,22	151,36	1,419	1 .739	2,228	2,782
1,839	....	77,55	95,00	121,74	152,00	1,426	1,748	2,239	2,795
1,840	65,9	78,04	95,60	122,51	152,96	1,436	1,759	2,254	2,814
1,4085	....	78,33	95,95	122,96	153,52	1,441	1,765	2,262	2,825
1,8410	....	79,19	97,00	124,30	155,20	1,458	1,786	2,288	2,857
1,8415	....	79,76	97,70	125,20	156,32	1,469	1,799	2.305	2,879
1,8410	....	80,16	98,20	125,84	157,12	1,476	1,808	2,317	2,893
1,8405	....	80,57	98,70	126,48	157,92	1,483	1,816	2,328	2,906
1,8400	....	80,98	99,20	127,12	158,72	1,490	1,825	2,339	2,920
1,8395	....	81,18	99,45	127,44	159,12	1,494	1,830	2,344	2,927
1,8390	....	81,39	99,70	127,76	159,52	1,497	1,834	2,349	2,933
1,8385	....	81,59	99.95	128,08	159,92	1,500	1,838	2,355	2,940

(83) *Réduction des degrés de l'acide sulfurique entre* 65 *et* 66° *Baumé à diverses températures,* **d'après Lunge.**

On cherche les dixièmes de degré observés dans la première colonne verticale et la température observée dans la première ligne horizontale. Le chiffre qui se trouve perpendiculairement en dessous de la température observée et sur la même ligne horizontale que le degré observé, donne le degré de l'acide à 15° C.

Degrés B.	10° C.	11° C.	12° C.	13° C.	14° C.	16° C.	17° C.	18° C.	19° C.	20° C.
65,00	64,80	64,84	64,88	64,92	64,96	65,04	65,08	65,12	65,16	65,20
65,10	64,90	64,94	64,98	65,02	65,06	65,14	65,18	65,22	65,26	65.30
65,20	65,00	65,04	65,08	65,12	65,16	65,24	65,28	65,32	65,36	65,40
65,30	65,10	65,14	65,18	65,22	65,26	65,34	65,38	65,42	65,46	65,50
65,40	65,20	65,24	65,28	65,32	65,36	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60
65,50	65,30	65,34	65,38	65,42	65,46	65,54	65,58	65,62	65.66	65,70
65,60	65,40	65,44	65,48	65,52	65,56	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80
65,70	65,50	65,54	65,58	65,62	65,66	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90
65,80	65.60	65,64	65,68	65,72	65,76	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00
65,90	65,70	65,74	65,78	65,82	65,86	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10
66,00	65,80	65,84	65,88	65,92	65,96	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20

Degrés B.	21° C.	22° C.	23° C.	24° C.	25° C.	26° C.	27° C.	28° C.	29° C.	30° C.
65,00	65,24	65,28	65,32	65,36	65,40	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60
65,10	65,34	65,38	65,42	65,46	65,50	65,54	65,58	65,62	65,66	65,70
65,20	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80
65,30	65,54	65,58	65,62	65,66	65,70	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90
65,40	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00
65,50	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10
65,60	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20
65,70	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10	66,14	66,18	66,22	66,26	66,30
65,80	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20	66,24	66,28	66,32	66,36	66,40
65,90	66,14	66,18	66,22	66,26	66,30	66,34	66,38	66,42	66,46	66,50
66,00	66,24	66,28	66,32	66,36	66,40	66,44	66,48	66,52	66,56	66,60

(84) *Points de congélation de l'acide sulfurique entre* 58 *et* 66° *B.* (LUNGE, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, 1881, p. 2649.)

Poids spécifique à 15° C.	Degrés Baumé.	Point de congélat.	Point de fusion.
1,671	58	liquide à — 20°	—
1,691	59	» » »	—
1,712	60,05	» » »	—
1,727	60,75	— 7,5°	— 7,5°
1,732	61	— 8,5	— 8,5
1,749	61,8	— 0,2	+ 4,5
1,767	62,65	+ 1,5	+ 6,5
1,778	63,20	+ 3,5	+ 8,5
1,790	63,75	+ 4,5	+ 8,0
1,807	64,45	— 9,0	— 6,0
1,822	65,15	liquide à — 20°	—
1,840	66	» » »	—

(85) *Points d'ébullition de l'acide sulfurique dilué* (LUNGE).

SO^4H^2 %.	Poids spécifiq.	Degré Baumé.	Point d'ébullit.	SO^4H^2 %.	Poids spécifiq.	Degré Baumé.	Point d'ébullit.
5	1,031	4,2	101°	70	1,615	55,0	170
10	1,069	9,2	102	72	1,639	56,3	174,5
15	1,107	13,9	103,5	74	1,661	57,4	180,5
20	1,147	18,5	105	76	1,688	58,8	189
25	1,184	22,4	106,5	78	1,710	60,0	199
30	1,224	26,4	108	80	1,733	61,0	207
35	1,265	30,2	110	82	1,758	62,2	218,5
40	1,307	33,9	114	84	1,773	63,0	227
45	1,352	37,6	118,5	86	1,791	63,8	238,5
50	1,399	41,1	124	88	1,807	64.4	251,5
53	1,428	43,3	128,5	90	1,818	65,0	262 5
56	1,459	45,4	133	91	1,824	65,30	268
60	1,503	48,3	141,5	92	1,830	65,45	274,5
62,5	1,530	50,0	147	93	1,834	65,65	281,5
65	1,557	51,6	153,5	94	1,837	65,8	288,5
67,5	1,585	53,3	161	95	1,840	65,9	295,0

Le monohydrate (100 %) bout d'après Marignac à 338°.

(86) *Densité de l'acide sulfurique fumant* (A. WINKLER).

Cette table donne : la teneur en SO^3 total ; la quantité d'anhydride sulfurique en excès sur l'acide sulfurique normal SO^4H^2, et qui se dégage du mélange par la distillation ; la quantité d'acide normal SO^4H^2 et la quantité d'acide à 66° B contenues dans 100 p. d'acide fumant, le reste étant compté comme anhydride sulfurique.

L'auteur considère l'acide sulfurique à 66° B comme contenant seulement 92,25 pour 100 d'acide normal SO^4H^2, chiffre très différent de ceux des tables précédentes ; ce résultat se rapproche beaucoup des indications de Marignac ; mais, d'après cet auteur, l'acide normal a pour densité à 20° 1,838, tandis que Winkler trouve 1,857.

Densité à 20°.	SO^3 total.	100 p. renferment		
		SO^3 volatil.	SO^4H^2.	Acide à 66° B.
1,835	75,31		92,25	100,
1,840	77,38		94,79	91,61
1,845	79,28		97,11	83,92
1,850	80,01		98,01	80,91
1,855	80,95		99.16	77,15
1,860	81,84	1,54	98.46	73,55
1,865	82,12	2,66	97,34	72,43
1,870	82,41	4,28	95,76	71,24
1,875	82,63	5,44	94,56	70,05
1,880	82,81	6,42	93,58	69,62
1,885	82,97	7,29	92,71	68,97
1,890	83,13	8,16	91,94	68,23
1,895	83,43	9,34	90,66	67,48
1,900	83,48	10,07	89.93	66,91
1,905	83,57	10,56	89.44	66,34
1,910	83,73	11,43	88,57	65,91
1,915	84,08	13,33	86,67	64,48
1,920	84,56	15,95	84,05	62,73
1,925	85,06	18,67	81.33	60,51
1,930	85,57	21,34	78.66	58,44
1,935	86,23	25,65	74,35	55,77
1,940	86,78	28,03	71,97	53,54
1,945	87,13	29,94	70,06	52,12
1,950	87,41	31,46	68,54	50,99
1,955	87,65	32,77	67,23	50,02
1,960	88,22	35,87	64,13	47,71
1,965	88,92	39,68	60,32	44,87
1,970	89,83	44,64	55,36	41,19

(87) *Tableau donnant la teneur de l'acide sulfurique fumant en anhydride.*

(GNEHM.)

Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient °/₀ H^2SO^4	L'acide contient °/₀ SO^3.	Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient °/₀ H^2SO^4	L'acide contient °/₀ SO^3.	Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient °/₀ H^2SO^4	L'acide contient °/₀ SO^3.
81,6326	100	0	87,8775	66	34	93,9387	33	67
81,8163	99	1	88,0612	65	35	94,1224	32	68
82,0000	98	2	88,2448	64	36	94,3061	31	69
82,1836	97	3	88,4285	63	37	94,4897	30	70
82,3674	96	4	88,6122	62	38	94,6734	29	71
82,5510	95	5	88,7959	61	39	94,8571	28	72
82,7346	94	6	88,9795	60	40	95,0408	27	73
82,9183	93	7	89,1632	59	41	95,2244	26	74
83,1020	92	8	89,3469	58	42	95,4081	25	
83,2857	91	9	89,5306	57	43	95,5918	24	
83,4693	90	10	89,7142	56	44	95,7755	23	
83,6530	89	11	89,8979	55	45	95,9591	22	
83,8367	88	12	90,0816	54	46	96,1428	21	
84,0204	87	13	90,2653	53	47	96,3265	20	
84,2040	86	14	90,4489	52	48	96,5102	19	
84,3877	85	15	90,6326	51	49	96,6938	18	
84,5714	84	16	90,8163	50	50	96,8775	17	
84,7551	83	17	91,0000	49	51	97,0612	16	
84,9387	82	18	91,1836	48	52	97,2448	15	
85,1224	81	19	91,3673	47	53	97,4285	14	
85,3061	80	20	91,5510	46	54	97,6122	13	
85,4897	79	21	91,7346	45	55	97,7959	12	
85,6734	78	22	91,9183	44	56	97,9795	11	
85,8571	77	23	92,1020	43	57	98,1632	10	
86,0408	76	24	92,2857	42	58	98,3469	9	
86,2244	75	25	92,4093	41	59	98,5306	8	
86,4081	74	26	92,6530	40	60	98,7142	7	
86,5918	73	27	92,8367	39	61	98,8979	6	
86,7755	72	28	93,0204	38	62	99,0816	5	
86,9591	71	29	93,2040	37	63	99,2653	4	
87,1428	70	30	93,3877	36	64	99,4489	3	
87,3265	69	31	93,5714	35	65	99,6326	2	
87,5102	68	32	93,7551	34	66	99,8163	1	
87,6938	67	33						

(88) *Densités à + 15° des solutions d'acide formique donnant leur richesse en acide.*

Densités.	CH^2O^2 °/o.	Densités.	CH^2O^2 °/o.	Densités.	CH^2O^2 °/o.
1,025	10	1,1145	45	1,180	80
1,039	15	1,124	50	1,1905	85
1,053	20	1,1330	55	1,201	90
1,0665	25	1,142	60	1,2120	95
1,080	30	1,1515	65	1,223	100
1,0925	35	1,161	70		
1,105	40	1,1705	75		

(89) *Densités à 15° des solutions d'acides fluosilicique* **(H^2SiFl^6)**, *bromhydrique, iodhydrique, iodique et arsénique.*

°/o de solution.	H^2SiFl^6.	HBr	HI	I^2O^5.	AsO^4H^3.	As^2O^5 équiv.
5	1,0407	1,038	1,045	1,0263	1,0337	4,05
10	1,0834	1,077	1,091	1,0525	1,0690	8,10
15	1,1281	1,117	1,138	1,1223	1,1061	12,15
20	1,1748	1,159	1,187	1,2093	1,1457	16,20
25	1,2235	1,204	1,239	1,2773	1,1882	20,25
30	1,2742	1,252	1,296	1,3484	1,2342	24,30
35	(1)	1,305	1,361	1,4428	1,2840	28,35
40		1,365	1,438	1,5371	1,3382	32,40
45		1,445	1,553	1,6315	1,3973	36,45
50		1,515	1,650	1,7356	1,4617	40,50
55		(2)	(3)	1,8689	1,5320	44,55
60				1,9954	1,6086	48,60
65				2,1269	1,6919	52,65
70					1,7827	56,70

(1) A 34 °/o, densité = 1,3162.

(2) La solution saturée a pour densité 1,78 et renferme 82 °/o de gaz, ou 1gr,46 HBr par centimètre cube. L'hydrate défini renferme environ 49 °/o de gaz et bout à 126°.

(3) La solution saturée à 14° a pour densité 2,026; elle renferme, sur 100gr, 67gr,1 de gaz et sur 100 cent. cub. 136gr de gaz.

L'hydrate stable bout à 126°, a pour densité 1,70 et renferme 57 °/o de gaz, soit 0gr,95 de gaz par centimètre cube.

(90) *Densités à + 15° des solutions d'acide acétique donnant leur richesse en acide acétique cristallisable.* (OUDEMANS.)

Densités.	$C^2H^4O^2$ %	Densités.	$C^2H^4O^2$ %	Densités.	$C^2H^4O^2$ %
1,0007	1	1,0470	35	1,0729	69
1,0022	2	1,0481	36	1,0733	70
1,0037	3	1,0492	37	1,0737	71
1,0052	4	1,0502	38	1,0740	72
1,0067	5	1,0513	39	1,0742	73
1,0083	6	1,0523	40	1,0744	74
1,0098	7	1,0533	41	1,0746	75
1,0113	8	1,0543	42	1,0747	76
1,0127	9	1,0552	43	1,0748	77
1,0142	10	1,0562	44	*idem*	78
1,0157	11	1,0571	45	*idem*	79
1,0171	12	1,0580	46	*idem*	80
1,0185	13	1,0589	47	1,0747	81
1,0200	14	1,0598	48	1,0746	82
1,0214	15	1,0607	49	1,0744	83
1,0228	16	1,0615	50	1,0742	84
1,0242	17	1,0623	51	1,0739	85
1,0256	18	1,0631	52	1,0736	86
1,0270	19	1,0638	53	1,0731	87
1,0284	20	1,0646	54	1,0726	88
1,0298	21	1,0653	55	1,0720	89
1,0311	22	1,0660	56	1,0713	90
1,0324	23	1,0666	57	1,0705	91
1,0337	24	1,0673	58	1,0696	92
1,0350	25	1,0679	59	1,0686	93
1,0363	26	1,0685	60	1,0674	94
1,0375	27	1,0691	61	1,0660	95
1,0388	28	1,0697	62	1,0644	96
1,0400	29	1,0702	63	1,0625	97
1,0412	30	1,0707	64	1,0604	98
1,0424	31	1,0712	65	1,0580	99
1,0436	32	1,0717	66	1,0553	100
1,0447	33	1,0721	67		
1,0459	34	1,0725	68		

Le rapport $\frac{D\,20^0}{D4^0}$ donne :

$C^2H^4O^2$ %	76	77	78	79	80
Densités	1,0699	1,0700	1,07	1,07	1,0693

Nota. Toutes les densités supérieures à 1,0553 correspondent à *deux* solutions de richesse très différente (65 et 90 pour 100 par exemple). Pour savoir si l'on a affaire à un mélange plus riche que celui qui correspond à la densité maxima (78 pour 100), il suffit d'ajouter un peu d'eau : la densité doit alors s'élever. C'est le contraire qui arrive si la quantité d'acide réel est inférieure à 78 pour 100.

(91) *Densités à + 17° des solutions d'acide iodique donnant leur richesse en acide iodique* ($aq = H^2O$).

Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.
1,6609	IO^3H+10 aq	1,1945	IO^3H+40 aq	1,0512	IO^3H+160aq
1,3660	» +20	1,1004	» +80	1,0258	» +320

(92) *Densités à + 17° des solutions d'acide periodique donnant leur richesse en acide periodique* ($aq = H^2O$).

Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.
1,4008	IO^6H^5+20aq	1,1121	IO^6H^5+80aq	1,0288	IO^6H^5+320aq
1,2165	» +40	1,0570	» +160		

(93) *Densités à 15° des solutions d'acide phosphorique donnant leur richesse en acide et en anhydride phosphorique.* (WATTS.)

Densités.	PO^4H^3 %.	P^2O^5 %.	Densités.	PO^4H^3 %.	P^2O^5 %.
1,476	64,04	47,10	1,236	37,69	27,30
1,442	60,90	44,13	1,197	32,10	23,23
1,418	58,22	42,61	1,162	27,24	19,73
1,384	55,40	40,12	1,136	23,41	16,95
1,356	52,46	38,00	1,109	18,30	13,25
1,328	50,93	36,15	1,066	11,91	8,62
1,293	45,05	32,71	1,031	5,73	4,15
1,268	41,60	30,13	1,006	1,10	0,79

H. Schiff donne une autre table qui conduit à la formule :

$$D = 1 + 0{,}00537p + 0{,}00002886p^2 + 0{,}00000006p^3,$$

où D est la densité de la solution et p le poids de PO^4H^3 pour 100.

(94) *Densités des solutions d'acide cyanhydrique donnant leur richesse en acide cyanhydrique.*

Densités.	HCy %.	Densités.	HCy %.	Densités.	HCy %.
0,9988	1	0,9919	5	0,9811	9
0,9974	2	0,9895	6	0,9781	10
0,9958	3	0,0869	7	0,9716	11
0,9940	4	0,9840	8	0,9570	12

(95) *Densités à 15° des solutions d'acide sulfureux.*

SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.	SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.	SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.
1	1,0051	6	1,0302	10	1,0504
2	1,0102	7	1,0352	11	1,0554
3	1,0152	8	1,0402	12	1,0605
4	1,0202	9	1,0453	13	1,0656
5	1,0252				

(96) *Densités de l'eau de Javel; l'eau-forte du commerce = 18° Baumé. Si on l'additionne pour 100 p. de n parties d'eau, elle marque :*

n.	Degr. Baumé.	*n.*	Degr. Baumé.	*n.*	Degr. Baumé.
25	14°	50	11°,9	150	7°,0
30	13,3	75	11 ,0	175	6 ,2
36	12,6	100	8 ,8	200	5 ,5
42	12,2	125	7 ,7		

(97) *Densités de l'eau bromée.*

Densités.	Br %	Densités.	Br %	Densités.	Br %
1,009	1,02	1,015	1,87	1,018	2,09
1,012	1,23	1,016	1,95	1,024 (satur.)	3,17

(98) *Densités des laits de chaux.*

Degrés Baumé	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres	Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres
10	1,074	10,6	13,3	22	1,180	16,5	24.0
12	1,091	11.6	15,2	24	1,199	17,2	25,3
14	1,107	12,7	17,0	26	1,220	17,8	26,3
16	1,125	13,7	18,9	28	1,241	18,3	27,0
18	1,142	14,7	20,7	30	1,262	18,7	27,7
20	1,161	15,7	22,4				

(99) *Densités à 15° des solutions d'acides tartrique et citrique, donnant leur richesse en acide.* (GERLACH.)

Densités.	$C^4H^6O^6$ °/o	Densités.	$C^4H^6O^6$ °/o	Densités	$C^4H^6O^6$ °/o
1,0090	2	1,1072	22	1,2198	42
1,0179	4	1,1175	24	1,2317	44
1,0273	6	1,1282	26	1,2441	46
1,0371	8	1,1393	28	1,2568	48
1,0469	10	1,1505	30	1,2696	50
1,0565	12	1,1615	32	1,2828	52
1,0661	14	1,1726	34	1,2961	54
1,0761	16	1,1840	36	1,3093	56
1,0865	18	1,1959	38	1,3220	(saturé) 57,9
1,0969	20	1,2078	40		

Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités	$C^6H^8O^7+H^2O$.
1,0074	2	1,1060	26	1,2204	50
1,0149	4	1,1152	28	1,2307	52
1,0227	6	1,1244	30	1,2410	54
1,0309	8	1,1333	32	1,2514	56
1,0392	10	1,1422	34	1,2627	58
1,0470	12	1,1515	36	1,2738	60
1,0549	14	1,1612	38	1,2849	62
1,0632	16	1,1709	40	1,2960	64
1,0718	18	1,1814	42	1,3071	66
1,0805	20	1,1899	44	1,3076	(saturé) 66,1
1,0889	22	1,1998	46		
1,0972	24	1,2103	48		

(100) *Densités à 17° des solutions d'acide oxalique.*

Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.		Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.		Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.	
1	1,0035	5	1,0175	9	1,0315
2	1,0070	6	1,0210	10	1,0350
3	1,0105	7	1,0245	11	1,0385
4	1,0140	8	1,0280	12	1,0420
				13	1,0455

(101) *Densités à 17° des solutions de tannin de la noix de galle.*

Tannin °/o.	Densités.	Tannin °/o.	Densités.	Tannin °/o.	Densités.
2	1,0080	8	1,0324	14	1,0572
4	1,0160	10	1,0406	16	1,0656
6	1,0242	12	1,0489	18	1,0740
				20	1,0824

(102) *Densités des solutions alcalines à 15° vis-à-vis de l'eau à 15°.*

°/₀.	AzH³.	KHO.	NaHO.	°/₀.	KHO.	NaHO.
1	0,9959	1,009	1,012	36	1,361	1,395
2	9915	017	023	37	374	405
3	9873	025	035	38	387	415
4	9831	033	046	39	400	426
5	9790	041	058	40	412	437
6	9749	049	070	41	425	447
7	9709	058	081	42	438	457
8	9670	065	092	43	450	468
9	9631	074	103	44	462	478
10	9593	083	115	45	475	488
11	9556	092	126	46	488	499
12	9520	101	137	47	499	509
13	9484	110	148	48	511	519
14	9449	119	159	49	525	529
15	9414	128	170	50	539	540
16	9380	137	181	51	552	550
17	9347	146	192	52	565	560
18	9314	155	202	53	578	570
19	9283	166	213	54	590	580
20	9251	177	225	55	604	591
21	9221	188	236	56	618	601
22	9191	198	247	57	630	611
23	9162	209	258	58	642	622
24	9133	220	269	59	655	633
25	9106	230	279	60	667	643
26	9078	241	290	61	681	654
27	9052	252	300	62	695	664
28	9026	264	310	63	705	674
29	9001	276	321	64	718	684
30	8976	288	332	65	729	695
31	8953	300	343	66	740	705
32	8929	311	353	67	754	715
33	8907	324	363	68	768	726
34	8885	336	374	69	780	737
35	8864	349	384	70	790	748

Pour avoir les oxydes anhydres, multiplier le poids de KHO par 0,8393 et celui de NaHO par 0,775.

(103) *Poids spécifiques à 15° des solutions de carbonate ammonique ordinaire.*

Poids spécifique à 15°.	Degrés Baumé.	°/₀ carbonate ammonique.	Variations du poids spécifique pour ± 1°.
1,005	0,6	1,66	0,0002
1,010	1,4	3,18	0,0002
1,015	2,1	4,60	0.0003
1,020	2,7	6,04	0,0003
1,025	3,4	7,49	0,0003
1,030	4,1	8,93	0,0004
1,035	4,7	10,35	0,0004
1,040	5,4	11,86	0,0004
1,045	6,0	13,36	0,0005
1,050	6,7	14,83	0,0005
1,055	7,4	16,16	0,0005
1,060	8,0	17,70	0,0005
1,065	8,7	19,18	0,0005
1,070	9,4	20,70	0,0005
1,075	10,0	22,25	0,0006
1,080	10,6	23,78	0,0006
1,085	11,2	25,31	0,0007
1,090	11,9	26,82	0,0007
1,095	12,4	28,33	0,0007
1,100	13,0	29,93	0,0007
1,105	13,6	31,77	0,0007
1,110	14,2	33,45	0,0007
1,115	14,9	35,08	0,0007
1,120	15,4	36,88	0,0007
1,125	16,0	38,71	0,0007
1,130	16,5	40,34	0,0007
1,135	17,1	42,20	0,0007
1,140	17,8	44,29	0,0007
1,1414	17,9	44,90	0,0007

Nota. — Les tables **103, 104, 105** et **106** sont extraites du *Vade-mecum du fabricant de produits chimiques* de M. Lunge.

(104) *Poids spécifiques des solutions de carbonate sodique à 15°.*

Poids spécifique.	Degrés Baumé.	% en poids de Na^2CO^3.	% en poids de $Na^2CO^3.10H^2O$.	1 litre contient en gr. Na^2CO^3.	1 litre contient en gr. $Na^2CO^3.10H^2O$.
1,007	1	0,67	1,807	6,8	18,2
1,014	2	1,33	3,587	13,5	36,4
1,022	3	2,09	5,637	21,4	57,6
1,029	4	2,76	7,444	28,4	76,6
1,036	5	3,43	9,251	35,5	95,8
1,045	6	4,29	11,570	44,8	120,9
1,052	7	4,94	13,323	52,0	140,2
1,060	8	5,71	15,400	60,5	163,2
1,067	9	6,37	17,180	68,0	183,3
1,075	10	7,12	19,203	76,5	206,4
1,083	11	7,88	21,252	85,3	230,2
1,091	12	8,62	23,248	94,0	253,6
1,100	13	9,43	25,432	103,7	279,8
1,108	14	10,19	27,482	112,9	304,5
1,116	15	10,95	29,532	122,2	329,6
1,125	16	11,81	31,851	132,9	358,3
1,134	17	12,43	33,600	141,0	381,0
1,142	18	13,16	35,493	150,3	405,3
1,152	19	14,24	38,405	164,1	442,4

(105) *Teneur des solutions concentrées de carbonate sodique à 30 (1).*

Poids spécifique à 30°.	Degrés Baumé.	% en poids de Na^2CO^3.	% en poids de $Na^2CO^3.10H^2O$.	1 litre contient en gr. Na^2CO^3.	1 litre contient en gr. $Na^2CO^3.10H^2O$.
1,308	34	27,97	75,48	365,9	987,4
1,297	33	27,06	73,02	351,0	947,1
1,285	32	26,04	70,28	334,6	902,8
1,274	31	25,11	67,76	319,9	863,2
1,263	30	24,18	65 24	305,4	824,1
1,252	29	23,25	62,73	291,1	785,4
1,241	28	22,29	60,15	276,6	746,3
1,231	27	21,42	57,80	263,7	711,5
1,220	26	20,47	55,29	249,7	673,8
1,210	25	19,61	52,91	237,3	640,3
1,200	24	18,76	50,62	225,1	607,4
1,190	23	17,90	48,31	214,0	577,5
1,180	22	17,04	45,97	201,1	542,6
1,171	21	16,27	43,89	190,5	514,0
1,162	20	15,49	41,79	180,0	485,7
1,152	19	14,64	39,51	168,7	455,2
1,142	18	13,79	37,21	157,5	425,0

(1) On a choisi cette température parce que des solutions concentrées ne peuvent exister à 15°.

(106) *Poids spécifiques à 15° des solutions de carbonate de potassium.*

Poids specif.	Degrés Baumé.	°/₀ K^2CO^3.	1 lit. contient en gr. K^2CO^3.	Poids spécif.	Degrés Baumé.	°/₀ K^2CO^3.	1 lit. contient en gr. K^2CO^3.
1,007	1	0,7	7	1,231	27	23,5	289
1,014	2	1,5	15	1,241	28	24,5	304
1,022	3	2,3	23	1,252	29	25,5	319
1,029	4	3,1	32	1,263	30	26,6	336
1,037	5	4,0	41	1,274	31	27,5	350
1,045	6	4,9	51	1,285	32	28,5	366
1,052	7	5,7	60	1,297	33	29,6	384
1,060	8	6,5	69	1,308	34	30,7	402
1,067	9	7,3	78	1,320	35	31,6	417
1,075	10	8,1	87	1,332	36	32,7	436
1 083	11	9,0	97	1,345	37	33,8	455
1,091	12	9,8	107	1,357	38	34,8	472
1,100	13	10,7	118	1,370	39	35,9	492
1,108	14	11,6	129	1,383	40	37,0	512
1,116	15	12,4	138	1,397	41	38,2	534
1,125	16	13,3	150	1,410	42	39,3	554
1,134	17	14,2	161	1,424	43	40,5	577
1,142	18	15,0	171	1,438	44	41,7	600
1,152	19	16,0	184	1,453	45	42,8	622
1,162	20	17,0	198	1,468	46	44,0	646
1,172	21	18,0	211	1,483	47	45,2	670
1,180	22	18,8	222	1,498	48	46,5	697
1,190	23	19,7	234	1,514	49	47.7	722
1,200	24	20,7	248	1,530	50	48.9	748
1,210	25	21,6	261	1,546	51	50,1	775
1,220	26	22,5	275	1,563	52	51,3	802

Solution saturée : 52,02 de sel ; densité : 1,5708.

(107) *Densités à + 15° des solutions aqueuses de glycérine donnant leur richesse en glycérine.* (D'après GERLACH.)

Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.
5	1,0122	55	1,1430	78	1,2074	94	1,2501
10	1,0245	60	1,1570	80	1,2130	95	1,2526
15	1,0367	62	1,1626	82	1,2184	96	1,2552
20	1,0490	64	1,1682	84	1,2238	97	1,2577
25	1,0620	66	1,1738	86	1,2292	98	1,2602
30	1,0750	68	1,1794	88	1,2346	99	1,2628
35	1,0885	70	1,1850	90	1,2400	100	1,2653
40	1,1020	72	1,1906	91	1,2425		
45	1,1155	74	1,1962	92	1,2451		
50	1,1290	76	1,2018	93	1,2476		

(108) *Densités de solutions acides et salines diverses.*

Sel % de solution.	Alun d'ammon. cristall. à 17°,5.	Alun de potassium crist. à 17°,5.	Chlorate de potass. $KClO^3$ à 19°,5.	Nitrate de potassium $KAzO^3$ à 15°.	Sulfate de potassium K^2SO^4 à 15°.	Sulfate de sodium anhydre à 19°.
1	1,0060	1,0049	1,007	1,0064	1,0082	1,0091
2	0109	0100	014	0128	0163	0182
3	0156	0152	026	0192	0245	0274
4	0200	0205	033	0257	0328	0365
5	0255	0258	039	0321	0410	0457
6	0305	0310		0387	0495	0550
7		0362		0453	0579	0644
8		0415	052	0520	0664	0737
9		0469		0586	0750	0832
10		0523	066	0652	(2)	0927
11		0578		0721		1025
12		0635		0790		(3)
13		0690		0860		
14				0929		
15				0998		
16				1070		
17				1143		
18				1215		
19				1287		
20				1360		
				(1)		

(1) Solut. sat., 21,07 % de sel, D = 1,1436. — (2) Solut. sat., 9,92 % de sel, D = 1,08305. — (3) Solut. sat., 11,95 % de sel, Na^2SO^4, D = 1,1117 ; multiplier par 2,268 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq.

Sel °/₀ de solution.	Chlorure d'ammon. à 15°.	Chlorure de potass. à 15°.	Chlorure de sodium à 15°.	Bioxalate de potassium.	Bichr. de potassium à 20°.	Émétique.
1	1,0032	1,0065	1,0072	1,0055	1,007	1,007
2	0063	0130	0145	0110	015	012
3	0095	0195	0217	0164	022	018
4	0126	0260	0290	0218	029	027
5	0158	0325	0362	0271	037	035
6	0188	0392	0436		043	041
7	0218	0458	0511		050	
8	0248	0525	0585		056	
9	0278	0591	0659		065	
10	0308	0658	0733		073	
11	0337	0727	0810		080	
12	0366	0796	0886		090	
13	0395	0865	0962		097	
14	0432	0934	1038		103	
15	0452	1004	1115		110	
16	0480	1075	1194			
17	0509	1146	1270			
18	0537	1218	1352			
19	0565	1289	1431			
20	0593	1361	1511			
21	0620	1435	1593			
22	0648	1509	1675			
23	0675	1583	1758			
24	0703	1657	1840			
25	0730	(5)	1923			
26	0737		2010			
	(4)		(6)			

(4) Solut. sat., 26,3 °/₀ de sel, D = 1,0766. — (5) Solut. sat., 24,9 °/₀, D = 1,1723. — (6) Solut. sat., 26,4 °/₀ de sel, D = 1,2043.

(109) *Densités à 19°,5 des solutions de bromures alcalino-terreux.*

Densités.	$BaBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$SrBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CaBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,1440	17,81	1,1327	16,15	1,1386	17,65
1,3005	38,83	1,2620	35,05	1,2660	35,43
1,4507	60,92	1,3784	49,51	1,3983	55,91
1,5816	81,97	1,5106	69,57	1,5214	77,04
1,7115	104,68	1,6809	98,13	1,6517	102,56

(110) *Densités à + 19°,5 des solutions des bromures de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en bromure.* (KREMERS.)

Densités.	$MgBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$ZnBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CdBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,0965	12,2	1,1715	20,6	1,2337	29,8
1,1864	24,5	1,3270	42,6	1,4690	64,3
1,2811	38,3	1,3371	43,9	1,6496	94,1
1,4386	64,2	1,6101	91,4		
1,5693	88,6	1,7190	112,7		
		1,8797	150,3		
		2,1095	211,1		
		2,1441	224,7		
		2,3914	318,3		

(111) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de baryum, de strontium et de calcium, donnant leur richesse en iodure.* (KREMERS.)

Densités.	BaI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	SrI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CaI^2 dans 100 p. d'eau.
1,045	5	1,045	5	1,044	5
1,2157	27,0	1,2160	27,5	1,1854	24,3
1,4099	53,8	1,4329	58,4	1,3786	52,7
1,6186	85,8	1,6269	89,9	1,5558	82,4
1,7953	115,6	1,8349	127,9	1,6845	106,6
1,9535	146	1,9725	156,9	2,0065	190,4

(112) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en iodure.* (KREMERS.)

Densités.	MgI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	ZnI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CdI^2 dans 100 p. d'eau.
1,043	5	1,045	5	1,044	5
1,1121	14,2	1,1715	21,5	1,088	10
1,2185	28,5	1,3486	46,4	1,138	15
1,3563	48,6	1,5780	85,0	1,1681	21,4
1,4945	70,6	1,7815	126,3	1,319	30
1,6623	100,5	1,9906	177,9	1,3286	43,7
1,9098	151,4	2,1853	232,0	1,6139	88,5

113) *Densités des solutions de quelques chlorures, bromures et iodures.*

Quantité de sel.	Zn Cl² °/° à 19°5.	Cd Cl² °/° à 19°5.	Li Cl °/° à 15°.	K Br °/° à 19°5.	Na Br °/° à 19°5.	Li Br d. 100 p. eau à 19°5.	K I d. 100 p. eau à 19°5.	Na I d. 100 p. eau à 19°5.	Li I d. 100 p. eau à 19°,5.
5	1,045	1,045		1,037	1,040	1,035	1,038	1,040	1,038
10	091	089	1,0580	070	080	072	078	082	079
15	137	140		116	125	113	120	128	124
20	186	195	1172	159	174	156	166	179	172
25	238	256		207	226	204	218	234	224
30	291	321	1819	256	281	254	271	294	280
35	352			309	344	309	331	360	344
40	420	472	2557	366	410	368	396	432	414
45	488		(1)	430	483	500			
50	566	656		500	565	580	546	600	575
55	650								
60	740	890					734	810	777

(1) Solution saturée 43,2 °/° de sel, D = 1,2827

(114) *Densités des solutions de ferricyanure, de nitrate de sodium et de quelques sulfates.*

Sel °/°	Ferricyanure de potassium anhydre à 15°.	Nitrate de sodium à 19°5.	Alun de chrome et pot. crist. à 17°5.	Sulfate de manganèse + 4 aq crist. à 15°.	Sulfate d'ammonium à 19°.
5	1,0261	1,0332	1,0174		
10	0538	0676	0342	1,065	
15	0831				1,0575
20	1139	1418	0746	136	0862
25	1462				1149
30	1802	2239	1274	215	1439
35					1724
40		3155	1896	304	2004
45					2284
50		4180	2894	399	2583
55				451	
60			4566		
70			6362		

(115) *Densité des solutions de quelques nitrates.*

°/o	Nitrate de cadmium anh. à 17°5.	Nitrate de calcium crist. à 17°5.	Nitrate de cobalt anh. à 17°5.	Nitrate de cuivre anh. à 17°5.	Nitrate ferrique anh. à 17°5.	Nitrate de zinc anh. à 17°5.	Nitrate d'ammonium à 17°5.
10	1,0978	1,059	1,0906	1,0942	1,0770	1,0968	1,042
20	2134	124	1936	2037	1612	2024	086
30	3566	195	3199	3299	2622	3268	131
40	5372	272	4662	4724	3766	4572	179
50	7608	355			3972	5984	230
60		445			6572		283

(116) *Densité à 15° des solutions de sulfocarbonate de potassium donnant leur richesse en sulfocarbonate* CS^3K^2 *et en sulfure de carbone* CS^2. (Delachanal.)

Densité.	CS^3K^2 °/o.	CS^2 °/o.	Densité.	CS^3K^2 °/o.	CS^2 °/o.
1,036	5,2	2,12	1,332	43,5	17,70
1,075	10,7	4,37	1,357	46,2	18,85
1,116	16,1	6,57	1,383	48,9	19,95
1,161	22,0	8,98	1,410	51,8	21,13
1,209	28,5	11,63	1,453	56,4	23,01
1,262	35,0	14,28	1,530	63,7	25,99
1,284	37,8	15,42	1,580	68,0	27,74
1,308	40,7	16,60			

(117) *Densité des solutions de tartrate de potassium neutre cristallisé, de tartrate de sodium et de tartrate sodico-potassique.*

Sel °/o.	$C^4H^4O^6K^2$. Densité à 17°5.	Sel °/o.	$C^4H^4O^6Na^2$, 2 aq. Densité à 17°5.	Sel °/o.	$C^4H^4O^6KNa$,4aq. Densité à 17°5.
10	1,065	5	1,0300	10	1,051
20	1,135	10	1,0610	20	1,105
30	1,211	15	1,0925	30	1,162
40	1,293	25	1,1575	40	1,223
50	1,381	35	1,2285	50	1,289

(118) *Densités de quelques solutions de chlorures.*

sel °/₀	Al^2Cl^6 à 15°.	$BaCl^2$ à 15°.	$CaCl^2$ à 15°.	$CoCl^2$ ($NiCl^2$) à 17°5.	$CuCl^2$ à 17°5.	Fe^2Cl^6 à 17°5.	$MgCl^2$ à 15°.	$SnCl^2$ +2 aq à 15°.	$SrCl^2$ à 15°.
2	1,0144	1,0183	1,0170	1,0198	1,0182	1,0146	1,0169	1,013	1,0181
4	0288	0367	0341	0396	0364	0292	0338	026	0363
6	0435	0557	0515	0595	0548	0439	0510	040	0548
8	0584	0754	0682	0795	0734	0587	0684	054	0738
10	0734	0951	0869	0997	0920	0734	0859	068	0929
12	0890	1164	1056	1228	1178	0894	1040	083	1133
14	1047	1378	1243	1460	1436	1054	1220	097	1337
16	1207	1600	1433	1711	1696	1215	1404	113	1549
18	1379	1830	1628	1977	1958	1378	1592	128	1769
20	1537	2061	1822	2245	2223	1542	1780	144	1989
22	1709	2317	2028	2547	2501	1746	1978	161	2225
24	1881	2574	2234	2849	2779	1950	2175	177	2462
26	2058	(2)	2445		3058	2155	2378	194	2708
28	2241		2662		3338	2365	2586	212	2964
30	2422		2879		3618	2568		230	3220
32	2615		3104		3950	2778		249	3495
34	2808		3330		4287	2988		268	(4)
36	3007		3561		4615	3199		288	
38	3211		3797		4949	3411		309	
40	3415		4033		5284	3622		330	
42	(1)		(3)			3870		352	
44						4118		374	
46						4367		397	
48						4617		421	
50						4867		445	
52						5153		471	
54						5439		497	
56						5729		525	
58						6023		554	
60						6317		582	
62								613	
64								644	
66								677	
68								711	
70								745	
72								783	
74								821	

(1) Solution saturée 41,13 °/₀ de sel : D = 1,3536.
(2) Solution saturée 25,97 °/₀ de sel : D = 1,2827.
(3) Solution saturee 40,46 °/₀ de sel : D = 1,4110.
(4) Solution saturée 33,38 °/₀ de sel : D = 1,3685.

(119) *Densités à + 15° des solutions de chlorure stannique donnant leur richesse en chlorure* $SnCl^4 + 5 H^2O$. (GERLACH.)

Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.
1,012	2	1,2268	34	1,538	66
1,024	4	1,242	36	1,563	68
1,036	6	1,259	38	1,587	70
1,048	8	1,2755	40	1,614	72
1,059	10	1,293	42	1,641	74
1,072	12	1,310	44	1,669	76
1,084	14	1,329	46	1,698	78
1,097	16	1.347	48	1,727	80
1,110	18	1,366	50	1,759	82
1,1236	20	1,386	52	1,791	84
1,137	22	1,406	54	1,824	86
1,151	24	1.426	56	1,859	88
1,165	26	1,447	58	1,893	90
1.180	28	1,468	60	1,932	92
1,195	30	1,491	62	1,969	94
1,210	32	1,514	64	1.988	95

(120) *Densités des solutions de nitrate d'argent.*

Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.
1,041	5	1,080	10	1,160	20
1,050	6	1,100	12	1,206	25
1,058	7	1,125	15	1,251	30
1,064	8	1,150	18		

(121) *Densités des solutions de chlorate de sodium.*

Densités.	$NaClO^3$ °/₀.	Densités.	$NaClO^3$ °/₀.
1,007	1	1,070	10
1,015	2	1,125	20,1
1,024	3	1,184	24,5
1,031	4	1,248	31,5
1,039	5	1,294	36,2

(122) *Densité des solutions d'hyposulfite de soude, de ferrocyanure de potassium, de quelques nitrates, etc.*

Sel °/₀.	Hypos. de sod. + 5 aq. à 19°.	Nitr. de bary. à 19°5.	Nitr. de stront. à 19°5.	Nitrate de magné. à 21°.	Nitrate de plomb à 15°.	Oxalate de potass. à 17°5.	Chrom. de potass. à 20°.	Chlor. de platine	Ferroc. de potass. à 15°.
2	1,0105	1,017	1,017	1,0078	1,0163	1,0134	1,0161	1,018	1,0116
4	0211	034	034	0158	0331	0268	0325	036	0234
6	0317	050	049	0239	0502	0401	0492	056	0356
8	0423	069	068	0321	0682	0529	0663	076	0479
10	0529	087	085	0405	0869	0656	0837	097	0605
12	0639			0490	1059	0784	1014	119	0734
14	0751			0577	1257	0912	1195	141	0866
16	0863			0663	1463	1043	1380	165	0999
18	0975			0752	1677	1175	1570	188	1136
20	1087		181	0843	1902	1306	1765	214	1275
22	1204			0934	2132		1964	242	
24	1322			1026	2372		2169	270	
26	1440			1120	2620		2379	300	
28	1558			1216	2876		2592	330	
30	1676		292	1318	3140		2808	362	
32	1800			1410	3416		3035	395	
34	1924			1508	3702		3268	431	
36	2048			1608	3996		3505	469	
38	2172			1709			3746	500	
40	2297		422	1811			3991	546	
42	2427			1914				591	
44	2558			2019				641	
46	2690			2126				688	
48	2822			2231				736	
50	2954			2340				785	

(123) *Densités à* + 15° *des solutions de sulfocyanate d'ammonium, donnant leur richesse en* CAzS.AzH⁴.

Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.
1,020	10	1,034	14,2	1,070	25
1,026	11,1	1,042	16,6	1,077	33,3
1,031	12,5	1,050	20	1,137	50

(124) *Densités des solutions de quelques sulfates.*

Sel °/₀	Sulfate de cuivre cristallisé. $CuSO^4$ + 5 aq. à 15°.	Sulfate ferreux cristall. $FeSO^4$ + 7 aq. à 15°.	Sulfate ferroso-ammonique $Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$ + 6 aq. à 15°.	Sulfate ferrique. $Fe^2(SO^4)^3$ à 17°5.	Sulfate de magnésium anhydre. $MgSO^4$ à 15°.	Sel cristallisé. $MgSO^4$ + 7 aq. correspondant.	Sulfate de zinc crist. $ZnSO^4$ + 7 aq. à 15°.
2	1,0126	1,011	1,013	1,017	1,0206	4,60	1,013
4	0254	021	024	034	0412	8,10	025
6	0384	032	036	0512	0623	12,29	035
8	0516	043	047	0684	0838	16,39	047
10	0649	054	061	0854	1053	20,49	059
12	0785	065	073	1042	1281	24,58	073
14	0923	077	086	1230	1508	28,68	085
16	1063	088	098	1424	1742	32,78	097
18	1208	100	114	1624	1982	36,88	110
20	1354	112	126	1826	2221	40,98	124
22	1501	125	130	2066	2472	45,07	130
24	1659	137	150	2306	2722	49,17	157
26		149	164	2559	(2)		164
28		161	179	2825			179
30		174	193	3090			193
32		187	(1)	3368			209
34		200		3646			224
36		213		3923			240
38		226		4217			255
40		239		4506			271
42				4824			288
44				5142			304
46				5468			320
48				5808			337
50				6148			352
52				6508			370
54				6868			390
56				7241			406
58				7623			425
60				8006			445

(1) Solution saturée 33,3 °/₀ de sel, D = 1,165 (?).
(2) Solution saturée 25,25 °/₀ de sel, soit 51,726 de sel à 7 aq.; D = 1,2880.

(125) *Densités des solutions de quelques acétates.*

Sel %	Acétate de sodium.	Acétate de calcium.	Acétate de baryum.	Acétate de plomb.	Sel %	Acétate de plomb
2	1,0116	1,0132	1,0174	1,0127	32	1,2395
4	0232	0264	0348	0255	34	2578
6	0341	0362	0500	0336	36	2768
8	0439	0426	0628	0520	38	2966
10	0538	0492	0758	0654	40	3163
12	0644	0562	0902	0796	42	3376
14	0750	0632	1046	0939	44	3588
16	0856	0708	1201	1084	46	3810
18	0910	0792	1363	1234	48	4043
20	1074	0874	1522	1384	50	4271
22	1194	0976	1694	1544		
24	1314	1078		1704		
26	1440	1139		1869		
28	1572	1307		2040		
30	1706	1426	2402	2211		

(126) *Densités des solutions de phosphate de sodium.*

Densités.	Na^2HPO^4, 12 aq. %	Densités.	Na^3PO^4, 12 aq. %
1,0067	1,165	1,0193	4,4
0114	2,330	0393	8,8
0160	3,495	0495	11,0
0198	4,659	0812	17,6
0220	5,294	1035	22,03
0292	6,988		
0442	10,588		

(127) *Densités des solutions d'arséniate de sodium.*

Densités.	NaH^2AsO^4, 12 aq. %	Densités.	Na^2HAsO^4, 12 aq. %	Densités.	Na^3AsO^4, 12 aq. %
1,0226	4,22	1,0169	4	1,0193	4,4
0460	8,44	0344	8	0393	8,8
0577	10,55	0525	12	0495	11,0
0938	16 88	0714	16	0812	17,6
1186	21,10	1102	23,9	1035	22,03
		1722	35,9		

(128) *Densité des solutions de fluorure de sodium.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
1,1081	1,0110	3,3243	1,0333
2,2162	1,0221	saturé	1,0486

(129) *Densité des solutions d'acétate de potasse anhydre.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
10	1,049	40	1,2105
20	1,1005	50	1,2685
30	1,1545	60	1,3285

(130) *Densité des solutions d'acide chromique.*

°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.	°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.
5	1,037	30	1,258
10	1,076	40	1,373
15	1,118	50	1,512
20	1,162	60	1,665
25	1,208		

(131) *Densité des solutions de quelques sels.*

°/₀ de sel.	Alun de fer cristallisé à 17°5.	Tungstate de soude cristall. à 24°5.	Nitrate de nickel anhydre à 17°5.	Nitrate de manganèse cristall. à 8°.
5	1,0268	1,036	1,0463	1,0253
10	1,0466	1,075	1,0903	1,0517
15	1,0672	1,119	1,1375	1,0792
20	1,0894	1,166	1,1935	1,1078
25	1,1136	1,215	1,2534	
30	1,1422	1,274	1,3193	1,1688
35		1,349	1,3896	
40		1,430	1,4667	1,2352
50				1,3074
60				1,3861
70				1,4721

(132) *Conversion des taux de sucre pour 100 ou degrés Brix en degrés Baumé et en densités à 17°,5.*

Brix.	Baumé.	Densités.	Brix.	Baumé.	Densités.
0	0	1,0000	57	30,82	1,2724
2	1,11	1,0078	58	31,34	1,2782
4	2,23	1,0157	59	31,85	1,2840
6	3,34	1,0237	60	32,36	1,2899
8	4,45	1,0319	61	32,89	1,2958
10	5,56	1,0401	62	33,38	1,3018
12	6,66	1,0485	63	33,89	1,3078
14	7,77	1,0570	64	34,40	1,3138
16	8,87	1,0657	65	34,90	1,3199
18	9,97	1,0744	66	35,40	1,3260
20	11,07	1,0833	67	35,90	1,3322
22	12,17	1,0923	68	36,41	1,3384
24	13,26	1,1015	69	36,91	1,3446
26	14,35	1,1107	70	37,40	1,3509
28	15,44	1,1201	71	37,90	1,3572
30	16.53	1,1297	72	38,39	1,3636
32	17,61	1,1393	73	38,89	1,3700
34	18,69	1,1491	74	39,38	1,3764
35	19,23	1,1541	75	39,87	1,3829
36	19.71	1,1591	76	40,36	1,3894
37	20,30	1,1641	77	40,84	1,3959
38	20,84	1,1692	78	41,33	1,4025
39	21,37	1,1743	79	41,81	1,4092
40	21,91	1,1794	80	42,29	1,4159
41	22,44	1,1846	81	42,78	1,4226
42	22,97	1,1898	82	43,25	1,4293
43	23,50	1,1950	83	43,73	1,4361
44	24,03	1,2003	84	44,21	1,4430
45	24,56	1,2056	85	44,68	1,4499
46	25,09	1,2110	86	45,15	1,4568
47	25,62	1,2164	87	45,62	1,4638
48	26,14	1,2218	88	46,09	1,4708
49	26,67	1,2278	89	46,56	1,4778
50	27,19	1,2328	90	47,02	1,4849
51	27,71	1,2383	92	47,95	1,4992
52	28,24	1,2439	94	48,86	1,5136
53	28,75	1,2495	96	49,77	1,5281
54	29,27	1,2552	98	50,67	1,5429
55	29,79	1,2609	100	51,56	1,5578
56	30,31	1,2666			

(133) *Densités des solutions d'albumine.*

°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.
5	1,013	20	1,052	40	1,106
10	1,026	30	1,078	60	1,135

(134) *Tableau des degrés Baumé que doivent marquer les solutions salines bouillantes pour fournir de beaux cristaux par le refroidissement.* (E. Finot et A. Bertrand.)

Le degré Baumé est pris en plongeant l'aréomètre dans la solution bouillante pendant l'évaporation.

Acétate d'ammonium...	14°	Borax................	24°
— de cuivre.......	5°	Bromure d'ammonium ..	30°
— manganèse......	26°	— de cadmium..	65°
— nickel..........	30°	— de potassium..	40°
— plomb..........	42°	— de sodium.....	55°
— sodium.........	22°	— de strontium ..	50°
— zinc............	20°	Carbonate de sodium....	28°
Acide borique..........	6°	Chlorate de baryum.....	40°
— oxalique........	12°	— de potassium...	22°
— tartrique.........	35°	— de sodium.....	43°
Alun d'ammonium......	20°	— de strontium...	65°
— de potassium.....	20°	Chlorure d'ammonium..	12°
Arséniate d'ammonium..	50°	— de baryum....	35°
— de potassium..	36°	— de calcium....	40°
— de sodium ..	36°	— de cobalt......	41°
Azotate d'ammonium (1).	28 à 30°	— de cuivre. ...	45°
— de baryum......	18°	— d'étain (proto-)	75°
— bismuth........	70°	— ferreux.......	50°
— calcium........	55°	— magnésium...	35°
— cobalt....	50°	— manganèse. ..	47°
— magnésium......	55°	— nickel........	50°
— cuivre.........	45°	— potassium....	25°
— plomb..........	50°	— strontium.....	34°
— potassium.......	28°	— zinc et ammon.	43°
— sodium.........	40°	Bichromate d'ammonium	28°
— strontium......	40°	— de potassium	38°
— zinc..........	55°	Chromate de sodium...	45°
Baryte hydratée........	12°	Citrate de potassium....	36°
Benzoate d'ammonium .	5°	— de sodium......	36°
— de calcium....	2°	Cyanure de mercure....	20°

(1) Solution ammoniacale.

Ferrocyanure de potas. .	38°	Sulfate d'ammonium....	28°
Formiate de baryum....	32°	— de cobalt.......	40°
— sodium { en été. .	30°	— de cuivre.......	30°
— sodium { en hiver.	25°	— de cuivre ammon.	35°
Hyposulfate de baryum..	24°	— ferreux.........	31 à 32°
— de sodium. .	24°	— — ammonia-	
Hyposulfite d'ammonium	37°	cal. { en été.	31 à 32°
— magnésium..	40°	cal. { en hiver.	28°
— sodium	30°	— de magnésium ..	40°
— calcium.....	45°	— de manganèse...	44°
Iodure de potassium....	60°	— de nickel.......	40°
Lactate de calcium	8°	— nickel ammon. .	18°
— de magnésium..	6°	— de potassium ...	15°
— de manganèse.	8°	Bisulfate de potassium . .	35°
Mannite { en été	8°	Sulfate de sodium......	30°
Mannite { en hiver.......	7°	— de zinc.........	45°
Oxalate d'ammonium. . .	5°	Sulfite de sodium	25°
— ferrico-ammoni-		Sulfocyanate ammonique	18°
que....... ..	30°	Sulfovinate de baryum..	43°
— de potassium ...	30°	— de sodium...	37°
Permanganate de potas..	25°	— de calcium..	36°
Phosphate d'ammonium.	35°	Tartrate d'ammonium ..	25°
— de sodium...	20°	— de fer.........	40°
— sod. ammon..	17°	Tartrate neutre de potas.	38°
Pyrophosphate de sodium	18°	— potas. sod.... .	36°
Sulfate d'aluminium....	25°	Tungstate de sodium....	45°

En été, il est nécessaire de pousser l'évaporation un peu plus loin, de telle sorte que le liquide marque deux ou trois degrés Baumé de plus que les nombres du tableau.

Section XI. — Chaleur.

(125) *Mélanges réfrigérants de liquides et de sels pris à 10°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Eau	1	—16°
Azotate d'ammonium pulvérisé.......	1	
Sel ammoniac pulvérisé.............	5	—12
Azotate de potassium pulvérisé......	5	
Eau	16	
Acide chlorhydrique................	5	—18
Sulfate de sodium pulvérisé.........	8	

(136) *Mélanges de neige et de sel à 0°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Neige	1	—18°
Sel marin	1	
Neige	2	—51
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé.	3	
Neige refroidie à —18°	1	—55
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé, à —18°	2	
Acide sulfurique avec 1/2 v. d'eau, refroidi à 0°	1	—33
Neige	2	

(137) *Points de fusion et d'ébullition de quelques corps minéraux.*

	Fusion.	Ébullition.
	°	°
Acide arsénieux		220
— azotique monohydraté AzO^3H	—47	86
— — quadrihydr. $AzO^3H + \frac{3}{2}H^2O$		123
— carbonique		—78
— chlorhydrique D = 1,11		110
— cyanhydrique	—13,8	26,2
— hypoazotique (peroxyde d'azote)	—9	21,6
— iodhydrique D = 1,70		128
— sulfureux	—79	—10
— sulfurique anhydre	16	46
— — dit monohydraté (SO^4H^2).	pur 10,5	ord. 338
Acier	1350-1400	
Alliage, 82 p. plomb, 18 p. antimoine	260	
— de Darcet 5pPb,3pSn,8pBi)	94	
Aluminium	625	
Ammoniac (gaz)	—75	—38,5
Antimoine	440	
Argent	1040	
Arsenic	410	412
Protoxyde d'azote	—99	—92
Azotate d'argent	218	
Bismuth	265	
Brome	—7,3	63
Bromure phosphoreux		172,9

	Fusion.	Ébullition.
	°	°
Bromure de silicium	— 15	153,4
Cadmium	320	815
Chlorure antimonieux	73	223
— d'argent	451	
— d'arsenic		130,2
— de cyanogène liquide	— 5	15,5
— de cyanogène solide	140	190
— d'étain (proto-)	250	620
— — (per-)		114
— d'iode (proto-)	25	101
— mercurique	293	303
— phosphoreux		76
— phosphorique	148	148
— de silicium		57,6
— de soufre (proto-)		138
— — (oxy, $SOCl^2$)		78,8
— de sulfuryle (SO^2Cl^2)		70
— de zinc	262	710
Cuivre	1093	
Laiton	1015	
Eau de mer	— 2,5	103,7
Étain	226	
Fer doux	1600	
Fonte grise	1220	
Gallium	30,15	
Iode	113,5	> 200
Iridium	2500	
Lithium	180	
Magnésium	750	
Mercure	— 38,5	357,2
Nickel	1450	
Or fin	1045	
— à 900/1000	1118	
Oxychlorure de phosphore	— 1,5	107,2
Palladium	1500	
Phosphore	44,2	290
Platine	2000	
Plomb	335	1540
Potassium	62,5	720
Sodium	95,6	710
Soufre	113,6	448,3
Sulfure de carbone	— 110	46
Zinc	412	929

	Fusion.	Ébullition.
Persulfure de phosphore P^2S^5	275°	530°
Sulfochlorure —		125
Oxybromure —	45	193
Bromure arsénieux	25	220
Iodure arsénieux	146	400
Acide fluorhydrique à 48,17 0/0 HFl		125
Chlorure de bore		18
Anhydride borique	577	
Acide —	185	
— hypochloreux		19
54,3 ou 1 mol. AzO^3K et 45,7 ou 1 mol. $NaAzO^3$	225,6	
Oxychlorure de carbone		8,2
Acide pyrosulfurique $H^2S^2O^7$	35	

Nota. Pour les composés organiques, voyez les tables **202** et suiv.

(138) *Points d'ébullition de quelques solutions saturées.*

Nom du sel dissous.	Point d'ébullition.	Quantité de sel pour 100 d'eau.
Acétate de potassium	169°	800
— de sodium	124,4	209
Azotate d'ammonium	164	209
— de calcium	151	362
— de potassium	116	335
— de sodium	121	224,8
Carbonate de potassium	135	205
— de sodium	104,6	48,5
Chlorate de potassium	104,2	61,5
Chlorure d'ammonium	114,2	89
— de baryum	104,4	60
— de strontium	117,8	117,5
— de calcium	179,5	325
— de potassium	108,4	59,4
— de sodium	108,4	40,2
Phosphate de sodium	106,6	112,6
Tartrate neutre de potassium	114,7	276,2

(139) *Cryoscopie.*

Soit M le poids moléculaire de la substance dissoute, p son poids en grammes, D le poids du dissolvant en grammes, a l'abaissement du point de congélation de la solution, on a, K étant une constante,

$$M = \frac{K p}{a D}.$$

La constante K a été déterminée empiriquement (au moyen de corps de poids moléculaire connu), ou par la formule de M. Van 't Hoff.

$$K = \frac{1,98 T^2}{L},$$

dans laquelle T représente la température de congélation, comptée depuis le zéro absolu, et L la chaleur latente de fusion du dissolvant.

Valeurs de K pour les principaux dissolvants :

Dissolvants.	Temp. congél.	K (van 't Hoff).	K empirique.
Eau	0°	1890	1850
Acide acétique	16°,7	3880	3900
Phénol	39°	7600	7400
Benzène	5°,5	5100	4900
Bromure d'éthylène	9°,7	11900	11800
Nitrobenzine	5°,3	6950	7070

(140) *Ébullioscopie.*

Si l'on désigne par p le poids de substance dissoute dans un poids D de dissolvant, par a l'élévation du point d'ébullition de la solution le poids moléculaire M est donné par

$$M = \frac{K p}{a D}.$$

Valeurs de K.

Éther éthylique	2110	Acétate d'éthyle	2640
Benzène	2670	Acétone	1670
Chloroforme	3660	Eau	520
Sulfure de carbone	2370	Bromure d'éthylène	6320
Acide acétique	2530	Aniline	3220
Alcool éthylique	1150	Phénol	3040

(141) *Chaleurs spécifiques moyennes de quelques corps employés en calorimétrie (petites calories).*

Platine ou iridium.	Entre 0° et 100° C = 0,0323		Eau à	0° C =	1
	0° et 500°	0,0347	entre 0° et	20°	1,0005
	0° et 1000°	0,0377	0° et	30°	1,0013
Palladium.	0° et 100°	0,0592	0° et	100°	1,005
	0° et 500°	0,0632			

(142) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques solides* (1)

(Pour les chaleurs spécifiques des éléments, voyez table **2**.)

Fluorure.		*Iodures.*	
$CaFl^2$	16,8	KI	13,5
Chlorures.		NaI	13
		AgI	14,4
KCl	12,9	Hg^2I^2	13
NaCl	12,5	HgI^2	19
LiCl	11,9	CuI^2	13
AzH^4Cl	20	PbI^2	19.6
AgCl	13,1	*Oxydes.*	
Hg^2Cl^2	12,4		
$HgCl^2$	18,8	MgO	9,8 à 11
$CuCl^2$	13,6	$MgO.H^2O$	18
$PbCl^2$	18,4	MnO	11,2
$BaCl^2$	18,6	MnO^2	13,8
$SrCl^2$	19	NiO	11,8
$CaCl^2$	18,4	ZnO	10,2 à 10,8
$MgCl^2$	18,6	PbO	11,4 à 12,2
$MnCl^2$	18	Pb^3O^4	41,8
$ZnCl^2$	18,4	Cu^2O	15,2 à 15,8
$SnCl^2$	19,2	CuO	10,2 à 11,4
Cr^2Cl^6	45,4	HgO	10,4 à 11,4
Bromures.		H^2O glace	9
		Al^2O^3	20,2 à 22,6
KBr	13,3	Fe^2O^3	24,6 à 26,8
NaBr	14,1	Fe^3O^4	36,2 à 39,0
AgBr	13,8	Cr^2O^3	27 à 29,8
$PbBr^2$	19,4	Bi^2O^3	28,4

1. Ce sont les quantités de chaleur exprimées en petites calories (gramme-degré) nécessaires pour élever de 1 degré la température d'une molécule exprimée en grammes.

Sb^2O^3	26,2
As^2O^3	25,4
Bo^2O^3	16,6
SiO^2	11,2 à 11,5
SnO^2	13,4 à 14
TiO^2	13 à 14
MoO^3	19 à 22,2
TuO^3	18,6 à 20,6
Sulfures.	
FeS	12
FeS^2	15,2 à 15,6
Fe^2S^3	99,2 à 103,6
$CuFeS^2$	21,6 à 24
CoS	11,4
NiS	11,8
ZnS	11,2 à 12
PbS	11,8 à 12,2
HgS	12
SnS	12,6
SnS^2	21,6
MoS^2	17,2 à 19,6
Ag^2S	18,6
Cu^2S	19,2
Bi^2S^3	31
Sb^2S^3	28,6 à 30,8
As^2S^2	23,8
As^2S^3	27,8
Arséniures.	
$CoAs^2$	19,2
$CoAsS$	17,8
$FeAsS$	16,5
Alliages.	
$BiSn$	12,8
$PbSb$	12,8
$BiSn^2$	20,1
$PbSn$	13,2
$PbSn^2$	20
$BiSbSn^2$	26,2
$BiSbSn^2Zn^2$	39,5
$HgSn$	23,2
$HgSn^2$	28,7
$HgPb$	15,6

Azotates.	
AzO^3K	22,9 à 24,1
AzO^3Na	21,8 à 23,6
AzO^3AzH^4	36,4
Az^2O^6KNa	43,8
AzO^3Ag	24,4
Az^2O^6Ba	37,8 à 39,8
Az^2O^6Sr	38,2
Az^2O^6Pb	36,4
Chlorates.	
ClO^3K	23,8 à 25,7
$Cl^2O^6Ba + H^2O$	50,6
Perchlorate.	
ClO^4K	26,3
Permanganate.	
MnO^4K	28,3
Sulfates.	
SO^4K^2	33 à 34
SO^4HK	33,2
SO^4Na^2	32,4
$SO^4(AzH^4)^2$	46,2
SO^4Ca (plâtre calciné)	26,6
id. (anhydrite)	24,2
$SO^4Ca + 2H^2O$	44,6 à 46,8
SO^4Ba	25,2 à 26,2
SO^4Sr	24,8 à 26,2
SO^4Mg	26,6
$SO^4Mg + H^2O$	36,4
$SO^4Mg + 7H^2O$	89 à 100
SO^4Mn	27,4
$SO^4Fe + 7H^2O$	96,2 à 99
SO^4Zn	28,8
$SO^4Zn + H^2O$	36,2
$SO^4Zn + 7H^2O$	94,2 à 99,6
$SO^4Ni + 6H^2O$	82,2
$SO^4Co + 7H^2O$	96,4
$PbSO^4$	25 à 26,4
$CuSO^4$	28,2
$CuSO^4 + 5H^2O$	71 à 78,8

Aluns.	
$(SO^4)^4K^2Al^2 + 24H^2O$	352
$(SO^4)^4K^2Cr^2 + 24H^2O$	323,6
Chromates.	
CrO^4K^2	55,2
$Cr^2O^7K^2$	36,4
CrO^4Pb	29
Hyposulfites.	
$S^2O^3K^2$	37,4
$S^2O^3Na^2$	34,8
S^2O^3Ba	40,6
S^2O^3Pb	31,4
Carbonates.	
CO^3K^2	28,4 à 29,8
CO^3Na^2	26 à 28,8
CO^3Ba	21
CO^3Sr	21,4
CO^3Ca	21,4
$CO^3Mg.CO^3Ca$	38 à 40
CO^3Fe	21 à 22,4
CO^3Pb	21 à 21,6
Silicates.	
SiO^3Ca (wollastonite)	20,7
Si^2O^6CaMg (diopside)	40,2 à 41,4
$Si^6O^{16}K^2Al^2$ (orthose)	105,9 à 106,4
$Si^6O^{16}Na^2Al^2$ (albite)	99,7 à 102,9
SiO^3Cu,H^2O (dioptase)	22,8
Borates.	
BO^2K	16,8
BO^2Na	16,9
B^2O^4Pb	26,4
$B^2O^7K^2$	51,4
$B^2O^7Na^2$	46,2 à 48
B^2O^7Pb	41,4
$B^2O^7Na^2.10H^2O$	146,8

Phosphates et arséniates.	
PO^3Na fondu	22,1
AsO^3K id.	25,3
P^2O^6Ca	39,4
$P^2O^7K^4$	63
$P^2O^7Na^4$	60,6
$P^2O^7Pb^2$	48,2
PO^4Ag^3	37,5
$P^2O^8Pb^3$	64,6
$As^2O^8Pb^3$	65,4
PO^4H^2K	28,3
AsO^4H^2K	31,5
$PO^4HNa^2.12H^2O$	146,1
Molybdates et tungstates.	
MoO^4Pb	30,4
TuO^4K^2	27,8
$Tu^5O^{20}Fe^2Mn^3$ (Wolfram)	141 à 148
Corps organiques.	
$C^{10}H^8$ (naphtaline)	39,8
C^2Cl^6	42,2
$C^6H^{14}O^6$ (mannite)	59,1
$C^{12}H^{22}O^{11}$ (sacchar.)	102,9
$C^2H^2O^4Ba$ (formiate)	32,4
$C^2O^4K^2.H^2O$ (oxal.)	43,5
$C^2O^4KH.C^2O^4H^2.2H^2O$ (quadroxalate)	71,9
$C^4H^6O^4$ (ac. succ.)	36,9
$C^8H^{10}O^{10}Ca.8H^2O$ (bimalate)	152
$C^4H^6O^6$ (ac. tartr.)	43,2
$C^4H^6O^6.H^2O$ (ac. rac.)	53,6
$C^4H^5O^6K$ (bitartr.)	48,3
$C^4H^4O^6.KNa.4H^2O$ (sel de Seignette)	92,5
$HgCy^2$	25,2
$ZnCy^2,2KCy$	59,6
FeK^4Cy^6 (ferrocyan.)	118,2
$Fe^2K^6Cy^{12}$ (ferricyan.)	153,4
$C^2HCl^3O.H^2O$ (chloral hydraté)	34,1

(143) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques liquides (petites calories).*

Liquides.	Chaleurs spécifiques atomiques.	Limites de température.	
Br	9,04	13° à	58°
I	13,75	107	180
Ph	6,34	50	100
S	7,49	120	150
Hg	6,66	10	100
	7,00	0	300
Pb	8,32	350	450
Sn	7,51	250	350
Bi	7,55	280	300
Ga	5,59	12	120
	Chaleurs spécifiques moléculaires.		
H^2O	18,08	0	100
CS^2	18,15	0	50
S^2Cl^2	27,1	5	20
PCl^3	28,8	0	20
$AsCl^3$	31,8	0	20
$SiCl^4$	32,3	0	20
$SnCl^4$	38,3	0	20
$TiCl^4$	36,8	0	20
AzO^3H	28		
SO^4H^2	33		
$SO^4H^2.H^2O$	51,2		
AzO^3K	33,5	360	435
AzO^3Na	35,9	320	430
$CaCl^2.6H^2O$	120,20	33	99
$PO^4Na^2H.12H^2O$	267,4	40	48
$CrO^4Na^2.10H^2O$	231,2	10	48
Composés organiques.	**Ch. sp. moléculaires moyennes.**		
C^6H^6 benzine	34	20	70
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	57	10	15
» térébène	54,5	5	10
» citrène	60	5	10

Composés organiques.	Chaleurs spécifiques moléculaires moyennes.	Limites de température.	
$C^{10}H^8$ naphtaline	54,8	8° à	130°
C^nH^{2n}	68,6 × n		
CH^4O alc. méthylique	18,9	5	20
C^2H^6O alc. éthylique	27,4	0	40
$C^5H^{12}O$ alc. amylique	61	10	117
$C^{16}H^{34}O$ alc. cétylique	122,5	44	350
CH^2O^2 ac. formique	24,7	24	45
	27,6	5	20
$C^2H^4O^2$ ac. acétique	30,5	24	45
	31,3	26	96
$C^4H^6O^3$ ac. acétique anhydre	44,4	23	122
$C^4H^8O^4$ ac. butyrique	44,3	21	45
$C^5H^{10}O^4$ ac. valérique	49		
$CHAz$ ac. cyanhydrique	16,2	20	
$C^4H^{10}O$ éther ord., oxyde d'éthyle	40,75	— 30	130
$C^4H^{10}S$ sulfure —	43,1	20	70
C^2H^5Cl chlorure —	27,6	— 28	5
C^2H^5Br bromure —	23,4	5	20
C^2H^5I iodure —	25,6	— 30	160
$CH^3.C^2H^3O^2$ acétate de méthyle	37,5	21	41
$CH^3.C^4H^7O^2$ butyrate —	49,7	21	45
$CH^3.C^5H^9O^2$ valérate —	54,3	21	45
$C^2H^5.CHO^2$ formiate d'éthyle	37,9	20	39
$C^2H^5.C^2H^3O^2$ acétate —	48,3	21	63
$(C^2H^5)^2.C^2O^4$ oxalate —	67,2	15	20
$(C^2H^5)^4SiO^4$ silicate —	88,4	15	85
$C^2H^5.CAz$ éther cyan.	31.5	— 20	70
C^3H^5AzCS ess. moutarde	42.8	23	48
$C^2H^4Cl^2$ chlor. d'éthylène	29,7	— 23	68
$C^2H^4Br^2$ bromure —	34,3	8	95
$CHCl^3$ chloroforme	28	— 30	60
CCl^4 perchl. de carbone	31,6	— 20	64
$C^5H^{11}Cl$ chlorhydrate d'amylène	42,6	10	86
$C^5H^{11}Br$ bromhydr. —	43,3	12	87
$C^5H^{11}I$ iodhydr. —	43,4	11	87
$C^{57}H^{104}O^6$ huile d'olive	445		
$C^{32}H^{64}O^2$ blanc de baleine	254	44	100
$C^6H^5AzO^2$ nitrobenzine	43	5	20
C^3H^6O acétone	30,1	— 22	53
C^2HCl^3O chloral	38,2	17	81
$C^2HCl^3O + H^2O$ — hydraté	77,8	51	88

(144) *Chaleurs spécifiques moléculaires à pression constante de plusieurs gaz et vapeurs (petites calories).*

H^2	6.82	— 20°	à 200°
Az^2	6,83	— 30	200
O^2	6,95	0	200
Cl^2	8,59	10	200
Br^2	8,88	85	228
HCl	6,75	20	210
AzO	6,96	10	170
CO	6,86	10	200
	6,79	25	100
H^2O	8,65	130	230
H^2S	8,26	10	200
Az^2O	8,76 + 0,0055 t	10	210
	9.16 + 0,0057 t	25	200
CO^2	8,23 + 0,0117 t	0	200
	8,59 + 0,0095 t	25	200
CS^2	10 + 0,0146 t	80	230
SO^2	9,86	10	200
AzH^3	8,51 + 0,0053 t	20	210
PCl^3	18,6	111	246
$AsCl^3$	20,3	154	268
CH^4	9,49	100	200
$CHCl^3$	16,29 + 0,0164 t	27	190
$SiCl^4$	22,4	90	234
$SnCl^4$	24,8	149	274
$TiCl^4$	24,4	162	272
CH^4O	14,7	101	225
C^2H^4	9,42 + 0,0231 t	10	200
C^2H^5Cl	17,67	20	190
C^2H^5Br	14,76 + 0,0388 t	28	189
$C^2H^4Cl^2$	22,67	111	221
C^2H^6O alcool	20,84	110	220
$C^2H^5.CAz$ éther cyan.	23,43	116	221
$C^2H^5.C^2H^3O^2$ éther acét.	24,1 + 0,0765 t	32	113
$C^4H^{10}O$ éther ord.	26,6 + 0,0632 t	25	189
$C^4H^{10}S$ sulfure d'éthyle	36,1	120	223
C^3H^6O acétone	17,3 + 0,0449 t	26	179
C^6H^6 benzine	17,45 + 0,0798 t	34	115
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	68,8	180	250

Section XII. — Lumière

(145) *Indices de réfraction de quelques gaz.*

L'indice n de l'air par rapport au vide, à 0° et à la pression de 760 millimètres, est de 1,00029108 d'après Lorentz; la correction relative à la pression est de + 0,000000383 (p — 760) et celle de la température de — 0,000001068 t. Pour l'air humide, soit ε la tension de la vapeur d'eau, la correction est — 0,000042 $\frac{\varepsilon}{760}$.

Pour l'hydrogène, l'indice à 0° et à 760 millimètres est de 1,00014294, et de 1,0004492 pour l'acide carbonique.

(146) *Indices de réfraction dans l'air par rapport à* D.

SOLIDES.

Diamant	2,42	Acide citrique	1,53
Phosphore	2,22	Nitrate de potassium	1,52
Soufre natif	2,04	Crown-glass	1,5
Rubis	1,71	Sulfate de potassium	1,51
Feldspath	1,52	Sulfate de fer	1,50
Topaze	1,61	Sulfate de magnésium	1,49
Emeraude	1,58	Spath fluor	1,43
Flint-glass	1,6	Glace	1,41
Quartz *o*	1,544	Spath d'Islande *o*	1,658
— *e*	1,553	— *e*	1,486
Sel gemme	1,54		

LIQUIDES.

Acétal	1,38193	Acide butyrique	39789
Acétate d'allyle	40448	— — (iso)	39300
— d'amyle	40376	— caproïque (iso)	41382
— d'éthyle	37257	— formique	37137
— de méthyle	36099	— lactique	44145
— de propyl. norm.	38438	— méthylsalicylique	53716
Acétone	35915	— propionique	38659
Acétylacétate d'éthyle	41976	— valérianique (iso)	40433
Acide acétique	37152	Acroléine	39975
— — anhydre	39038	Alcool allylique	41345

Alcool amylique de ferm.	1,40783	Glycol éthylique	1,42743
— benzylique	58955	Hexane	37536
— butylique	39909	Hydrocinnamate d'éthyle	49542
— — (iso)	39594	Iodure d'amyle	49078
— éthylique	36232	— de butyle	50006
— méthylique	32945	— — (iso)	49597
— phénylpropylique	53565	— d'éthyle	51307
— propylique	38543	— de méthyle	52973
— — (iso)	37757	— de propyle	50508
Aldhéhyde benzylique	54638	— — (iso)	49969
— butylique	38433	Mésitylène	49116
— — (iso)	37302	Nitrobenzène	55291
— éthylique	33157	Oxalate d'éthyle	41043
— propylique	36356	Phénol	55033
— salicylique	57511	Tétrachlorure de car-	
Amylène	37576	bone	46072
Aniline	58629	Toluène	49552
Benzène	50137	Toluidine ortho	57276
— monobromé	55977	Trichloracétate d'éthyle	45068
— monochloré	52479	Triéthylamine	40032
Benzoate d'éthyle	50602	Valérate d'amyle	41194
— de méthyle	51692	— d'éthyle	39704
Bromure d'amyle de		— de méthyle	39479
ferm.	44118	—	
Bromure d'éthyle	42406	Eau à 15°,25	1,33392
— d'éthylène	53806	α-bromonaphtaline à 8°	1,66264
— de propyle	43387	Cinnamate d'éthyle à	
— — (iso)	42508	18°,8	1,5607
Butyrate d'éthyle	39599	Essence d'anis à 15°,1	1,55725
— de méthyle	38891	— de cannelle à	
Carbonate d'éthyle	38523	23°,5	1,61879
Chloracétate d'éthyle	42274	— de térébenthi-	
Chloral butylique	47754	ne à 10°,6	1,47443
— éthylique	45572	Isosulfocyanure de phé-	
Chloroforme	44671	nyle à 12°	1,65039
Chlorure d'acétyle	38976	Sulfure de carbone à 15°	1,6248
— d'allyle	41538	—	
— de butyryle	41209	Cubébène	1,51
— d'éthylène	44432	Pseudocumène	1,49
— de propionyle	40507	Cymène α	1,48
— de propyle	38856	— du camphre	1,475
Éther	35293	Oxychlorure de phos-	
Formiate d'amyle	39799	phore	1,485
— d'éthyle	35985	Phosphore	2,075
Glycérine	47293		

(147) *Réfraction spécifique, réfraction moléculaire, dispersion moléculaire.*

Soit n l'indice de réfraction, d la densité d'un liquide, déterminée à la même température; deux formules ont été proposées pour représenter la *réfraction spécifique* :

$$\frac{n-1}{d} \text{ (Gladstone et Dale)}, \qquad \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{1}{d} \text{ (Lorentz et Lorenz)}.$$

Ces deux expressions sont à peu près indépendantes de la température, et même de l'état gazeux ou liquide, à la condition que les densités soient rapportées à une même unité.

De là dérivent deux formules pour la *réfraction moléculaire* :

$$\frac{n-1}{d}\,\mathrm{M} \text{ et } \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{\mathrm{M}}{d},$$ M représentant le poids moléculaire.

Ces deux formules sont désignées d'une façon abrégée sous le nom de « formule en n » et « formule en n^2 ».

La première est empirique; la seconde représente, au point de vue théorique, le volume moléculaire.

La *dispersion moléculaire* est égale à la différence des réfractions moléculaires pour la raie γ (bleu) et pour la raie α (rouge) du spectre de l'hydrogène. Si l'on désigne par n_γ et n_α ces deux indices, la dispersion moléculaire est donnée par l'expression

$$\left(\frac{n_\gamma^2-1}{n_\gamma^2+1} - \frac{n_\alpha^2-1}{n_\alpha^2+2}\right)\frac{\mathrm{M}}{d}.$$

La table suivante donne les logarithmes à 5 décimales de la quantité $\frac{n^2-1}{n^2+1}$ depuis $n=1{,}3$ jusqu'à $n=1{,}6$. Pour abréger, le premier chiffre de la partie décimale n'a été répété qu'une fois au commencement de chaque ligne horizontale; la caractéristique de tous ces logarithmes est $\bar{1}$; par exemple, pour $n=1{,}56$.

$$\log\frac{n^2-1}{n^2+2} = \bar{1}.50967.$$

Valeurs de $\log \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$ (d'après CONRADY).

n=		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diff.
1.30	2	7182	7315	7447	7579	7710	7841	7972	8102	8231	8360	131
1		8488	8616	8744	8871	8998	9124	9250	9375	9500	9625	127
2		9749	9873	9996	.0119	.0241	.0363	.0485	.0606	.0726	.0846	123
3	3	0966	1085	1204	1323	1441	1559	1676	1793	1909	2025	118
4		2141	2256	2371	2486	2600	2714	2828	2941	3054	3166	114
5		3278	3390	3501	3612	3723	3833	3943	4053	4162	4271	110
6		4379	4487	4595	4703	4810	4917	5023	5129	5235	5341	107
7		5446	5551	5656	5760	5864	5968	6071	6174	6277	6379	104
8		6481	6583	6684	6785	6886	6986	7086	7186	7286	7385	100
9		7484	7583	7681	7779	7877	7974	8071	8168	8265	8361	97
1.40		8457	8553	8648	8743	8838	8933	9027	9121	9215	9309	95
1		9402	9495	9588	9681	9773	9865	9957	.0048	.0139	.0230	92
2	4	0321	0412	0502	0592	0682	0771	0860	0949	1038	1127	90
3		1215	1303	1391	1479	1566	1653	1740	1827	1914	2000	87
4		2086	2172	2258	2343	2428	2513	2597	2681	2765	2849	85
5		2933	3017	3100	3183	3266	3348	3430	3513	3595	3677	82
6		3758	3839	3920	4001	4082	4162	4242	4322	4402	4482	80
7		4561	4640	4719	4798	4877	4955	5033	5111	5189	5267	78
8		5344	5421	5498	5575	5652	5728	5804	5880	5956	6032	76
9		6107	6182	6257	6332	6407	6482	6656	6630	6704	6778	75
1.50		6852	6926	6999	7072	7145	7218	7291	7363	7435	7507	73
1		7579	7651	7723	7794	7865	7936	8007	8078	8148	8218	71
2		8288	8358	8428	8498	8567	8636	8706	8775	8844	8913	69
3		8981	9049	9118	9186	9254	9322	9389	9457	9524	9591	68
4		9658	0725	9792	9858	9925	9991	.0057	.0123	.0189	.0255	66
5	5	0320	1385	0451	0516	0581	0645	0710	0774	0839	0903	65
6		0967	9031	1095	1158	1222	1285	1348	1411	1474	1537	63
7		1600	1663	1725	1787	1849	1911	1973	2035	2096	2158	62
8		2219	2280	2341	2402	2463	2523	2584	2644	2704	2764	61
9		2824	2884	2944	3003	3062	3122	3181	3240	3299	3357	60

Exemple. — L'indice de réfraction du benzène pour la raie D est à 20°: 1,501 37. La densité à la même température est 0,8799 En prenant 78 comme poids moléculaire du benzène, on calcule

$$\log \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \text{ pour } n = 1,501 = \bar{1},46926$$

Pour 0,00037 il faut ajouter. . . . . $\left\{ \begin{array}{r} 219 \\ 511 \end{array} \right.$

$\bar{1},469\,53$

Ajoutons ensuite log 78 . . . . 1,892 09

1,361 62

De la somme on retranche log 0,8799. . $\bar{1},94\,443$

1,41 719 = log 26,13

La réfraction moléculaire du benzène est donc 26,13.

(148) *Réfractions atomiques. — Dispersions atomiques.*

La réfraction moléculaire est égale à la somme des réfractions atomiques.

Les réfractions atomiques ont des valeurs différentes suivant le mode de liaison (voir le tableau).

Ces règles s'appliquent surtout aux combinaisons organiques.

Le tableau contient les valeurs des réfractions atomiques et des dispersions atomiques pour les radiations les plus couramment employées et calculées pour la formule en n^2.

Des règles analogues s'appliquent la dispersion moléculaire.

	Réfractions atomiques.			Dispersions atomiques du bleu au rouge.
	Raie α rouge, spectre hydrogène.	Raie D, spectre sodium.	Raie γ bleu, spectre hydrogène.	
Carbone simplement lié..	2,365	2,501	2,404	0,039
Hydrogène	1,103	1,051	1,139	0,036
Oxygène d'hydroxyle....	1,506	1,521	1,525	0,019
Oxygène d'éther-oxyde ..	1,655	1,683	1,667	0,012
Oxygène de carbonyle...	2,328	2,287	2,414	0,086
Chlore	6,014	5,998	6,190	0,176
Brome	8,863	8,927	9,211	0,348
Iode....................	13,808	14,12	14,582	0,774
Liaison éthylénique	1,836	1,707	1,859	0,23
Liaison acétylénique.....	2,22		2,41	0,19
Azote simplement lié au carbone	2,76		2,95	0,019
Azote (dans AzH^3, $AzH^2.OH$ et dérivés)............	3,309	3,153		0,072

Exemple de calcul. — La réfraction moléculaire du benzène C^6H^6 pour la raie D se calcule de la façon suivante :

pour 6 atomes C = 15,006
— 6 — H = 6,306
— 3 liaisons éthyléniques = 5,121
= 26,43

(au lieu de 26,13, valeur déduite de l'expérience).

(149) *Table pour le réfractomètre Pulfrich* (1).

Les deux premières colonnes donnent les angles en degrés et en minutes, tels qu'on les observe au réfractomètre Pulfrich ; dans la 3e colonne se trouvent les indices.

Exemple. — Angle observé au réfractomètre = 28° 34′.

On trouve dans la table :

Pour 28°,30′, $n = 1,542\,84$;
— 28°,40′, $n = 1,542\,05$.

La différence pour une augmentation de 10′ est donc 79 ; pour 4′ elle sera $79 \times 0,4 = 31,6$. On retranchera 31,6 de la valeur de n correspondant à 28° 30′, ce qui donne l'indice cherché :

$$n = 1,542\,84 - 0,000\,31,6 = 1,542\,52.$$

1. L'angle du prisme du réfractomètre est de 90°.

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
0	0	1,61495	6	0	1,61156	12	0	1,60151
	10	494		10	137		10	114
	20	493		20	118		20	077
	30	492		30	098		30	039
	40	490		40	077		40	000
	50	488		50	056		50	1,59961
1	0	1,61485	7	0	1,61034	13	0	1,59921
	10	482		10	012		10	881
	20	478		20	1,60989		20	840
	30	473		30	966		30	799
	40	468		40	943		40	757
	50	463		50	919		50	715
2	0	1,61457	8	0	1,60894	14	0	1,59673
	10	451		10	869		10	630
	20	444		20	844		20	587
	30	436		30	818		30	543
	40	428		40	791		40	498
	50	419		50	764		50	453
3	0	1,61410	9	0	1,60736	15	0	1,59407
	10	400		10	708		10	361
	20	390		20	679		20	315
	30	379		30	650		30	268
	40	368		40	620		40	221
	50	356		50	590		50	173
4	0	1,61344	10	0	1,60559	16	0	1,59125
	10	331		10	527		10	077
	20	317		20	495		20	028
	30	303		30	463		30	1,58979
	40	289		40	430		40	929
	50	274		50	397		50	878
5	0	1,61259	11	0	1,60363	17	0	1,58827
	10	244		10	329		10	775
	20	228		20	295		20	723
	30	211		30	260		30	671
	40	193		40	224		40	618
	50	175		50	188		50	565
6	0	1,61156	12	0	1,60151	18	0	1,58511

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
18	0	1,58511	24	0	1,56289	30	0	1,53559
	10	457		10	219		10	477
	20	403		20	149		20	395
	30	348		30	079		30	312
	40	293		40	008		40	229
	50	237		50	1.55937		50	146
19	0	1,58180	25	0	1,55866	31	0	1,53062
	10	123		10	795		10	1,52978
	20	066		20	723		20	894
	30	008		30	651		30	809
	40	1,57950		40	578		40	724
	50	891		50	505		50	639
20	0	1,57831	26	0	1,55431	32	0	1,52553
	10	771		10	357		10	467
	20	711		20	283		20	381
	30	651		30	208		30	295
	40	590		40	133		40	208
	50	529		50	058		50	121
21	0	1,57468	27	0	1,54982	33	0	1,52034
	10	406		10	906		10	1,51946
	20	344		20	830		20	858
	30	281		30	753		30	770
	40	217		40	676		40	682
	50	153		50	598		50	594
22	0	1,57089	28	0	1,54520	34	0	1,51505
	10	025		10	442		10	416
	20	1,56960		20	363		20	326
	30	895		30	284		30	236
	40	829		40	205		40	146
	50	763		50	126		50	056
23	0	1,56696	29	0	1,54046	35	0	1,50966
	10	629		10	1,53966		10	875
	20	562		20	885		20	784
	30	494		30	804		30	693
	40	426		40	723		40	602
	50	358		50	641		50	510
24	0	1,56289	30	0	1,53559	36	0	1,50418

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
36	0	1,50418	42	0	1,46980	48	0	1.43380
	10	326		10	882		10	279
	20	234		20	783		20	178
	30	142		30	684		30	078
	40	049		40	585		40	1.42977
	50	1,49956		50	486		50	876
37	0	1,49863	43	0	1,46387	49	0	1,42775
	10	770		10	288		10	675
	20	676		20	189		20	574
	30	582		30	090		30	473
	40	488		40	1,45991		40	372
	50	394		50	891		50	271
38	0	1,49300	44	0	1.45791	50	0	1.42170
	10	205		10	691		10	069
	20	110		20	591		20	1,41969
	30	015		30	491		30	868
	40	1,48920		40	391		40	768
	50	825		50	291		50	667
39	0	1.48729	45	0	1,45191	51	0	1.41566
	10	633		10	091		10	466
	20	537		20	1,44991		20	365
	30	441		30	891		30	265
	40	345		40	791		40	165
	50	248		50	790		50	065
40	0	1,48151	46	0	1,44589	52	0	1.40965
	10	054		10	488		10	864
	20	1,47957		30	388		20	764
	30	860		30	287		30	664
	40	763		40	186		40	564
	50	665		50	086		50	464
41	0	1,47568	47	0	1,43985	53	0	1,40365
	10	470		10	885		10	265
	20	372		20	784		20	165
	30	274		30	683		30	066
	40	176		40	582		40	1,39967
	50	078		50	481		50	868
42	0	1,46980	48	0	1,43380	54	0	1,39769

Degrés.	Min.	Indices.	Degres.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
54	0	1,39769	60	0	1,36311	66	0	1,33173
	10	671		10	219		10	092
	20	572		20	127		20	011
	30	473		30	035		30	1,32931
	40	374		40	1,35943		40	851
	50	276		50	852		50	772
55	0	1,39178	61	0	1,35761	67	0	1,32693
	10	080		10	670		10	614
	20	1,38982		20	580		20	536
	30	884		30	490		30	458
	40	786		40	400		40	381
	50	689		50	311		50	304
56	0	1 ,38592	62	0	1,35222	68	0	1,32227
	10	495		10	133		10	151
	20	398		20	044		20	075
	30	301		30	1,34956		30	000
	40	204		40	868		40	1,31925
	50	107		50	780		50	851
57	0	1 38011	63	0	1,34692	69	0	1,31777
	10	1,37915		10	605		10	703
	20	819		20	518		20	630
	30	723		30	431		30	557
	30	627		40	345		40	485
	50	532		50	259		50	413
58	0	1,37437	64	0	1 ,34173	70	0	1 ,31341
	10	342		10	088		10	269
	20	247		20	003		20	199
	30	152		30	1,33918		30	129
	40	057		40	834		40	059
	50	1,36963		50	750		50	1,30990
59	0	1,36869	65	0	1,33666	71	0	1,30922
	10	776		10	583		10	854
	20	683		20	500		20	786
	30	590		30	418		30	719
	40	497		40	336		40	652
	50	404		50	254		50	586
60	0	1,36311	66	0	1,33173	72	0	1,30520

(150) *Détermination des indices de réfraction des liquides à l'aide du réfractomètre de M. Ch. Féry.*

Un prisme creux dont les faces sont formées de deux demi-lentilles constitue un milieu dont l'angle réfringent varie entre certaines limites, selon que le rayon le traverse plus ou moins loin de l'arête réfringente. Il pourra donc compenser suivant les cas la déviation causée par différents liquides compris entre les demi-lentilles. Le déplacement latéral qu'il faudra lui donner pour cela fournira très approximativement la valeur des décimales de l'indice ($n - 1$).

L'appareil de M. Féry étant éclairé par la lumière du sodium et la cuve étant vide, on met le vernier au zéro et l'on fait coïncider, à l'aide d'une vis de réglage, la mire du collimateur (réticule vertical) avec le réticule en croix de Saint-André de la lunette.

On emplit alors la cuve du liquide et l'on manœuvre le bouton jusqu'à ce que l'image des deux réticules coïncide de nouveau. On lit sur l'échelle les deux premières décimales de l'indice et sur le vernier les millièmes.

Si la cuve n'est pas pleine, il n'y a aucun inconvénient : l'image primitive du réticule est dédoublée et l'on peut, après avoir fait coïncider avec la croisée des fils celle qui correspond au liquide, revenir à celle qui provient du seul prisme du verre et constater qu'elle est encore au zéro ; 2 ou 3 centimètres cubes de liquide suffisent.

(151) *Indices à 15° des solutions d'acide sulfurique donnant leur richesse en* SO^4H^2. (C. Féry.) Température 15°.

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
1,3340	1	1,3488	13	1,3635	25	1,3781	37
3352	2	3500	14	3648	26	3794	38
3364	3	3512	15	3660	27	3806	39
3376	4	3524	16	3672	28	3818	40
3388	5	3536	17	3684	29	3830	41
3401	6	3549	18	3698	30	3843	42
3413	7	3561	19	3710	31	3855	43
3426	8	3574	20	3720	32	3868	44
3438	9	3586	21	3732	33	3880	45
3450	10	3598	22	3744	34	3892	46
3463	11	3610	23	3758	35	3904	47
3475	12	3622	24	3769	36	3917	48

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
1,3929	49	1,4803	61	1,4258	73	1.4368	85
3942	50	4907	62	4273	74	4372	86
3954	51	4112	63	4290	75	4374	87
3966	52	4126	64	4296	76	4365	88
3978	53	4140	65	4306	77	4357	89
3990	54	4156	66	4316	78	4349	90
4003	55	4170	67	4327	79	4341	91
4105	56	4184	68	4338	80	4333	92
4208	57	4200	69	4348	81	4325	93
4309	58	4214	70	4356	82	4318	94
4503	59	4228	71	4360	83		
4608	60	4243	72	4364	84		

(152) *Indices des solutions de quelques acides.* (C. Féry.)

%	AzO^3H (à 15°).	HCl (à 15°).	%	Acide acétique (à 20°)
2	1,3350	1,3368	5	1,3358
4	3378	3424	10	3395
6	3404	3460	15	3431
8	3430	3505	20	3465
10	3457	3550	25	3497
12	3484	3596	30	3528
14	3512	3644	35	3560
16	3542	3690	40	3592
18	3557	3736	45	3622
20	3599	3784	50	3649
22	3626	3830	55	3674
24	3652	3878	60	3699
26	3680	3926	65	3723
28	3707	3972	70	3742
30	3735	4018	75	3755
32	3762	4059	80	3764
34	3788	4100	85	3769
36	3814	4140	90	3766
38	3837		95	3749
40	3860		100	3710
42	3884			
44	3908			
46	3929			
48	3950			
50	3971			
52	3990			

(153) *Indices des solutions alcalines.* (C. Féry.) Temperature 20°.

%	KOH	NaOH	%	Na^2CO^3
2	1,3362	1,3375	1	1,3340
4	3402	3430	2	3362
6	3446	3485	3	3383
8	3485	3536	4	3404
10	3527	3586	5	3425
12	3569	3634	6	3446
14	3610	3682	7	3466
16	3648	3729	8	3488
18	3685	3776	9	3508
20	3723	3823	10	3530
22	3762	3868	11	3550
24	3800	3911	12	3572
26	3838	3954	13	3594
28	3876	3996	14	3614
30	3914	4038	15	3636
32	3952	4076		
34	3990	4114		
36		4150		
38		4182		

(154) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul Bary.)

Qu. de sel %	NaCl	KCl	AzH^4Cl	SO^4Fe	SO^4Li^2	Qu. de sel %	Bichrom. de Pot.
2	1,3364	1,3355	1,3366	1,3344	1,3363	1	1,3335
4	3407	3388	3400	3381	3405	2	3355
6	3449	3423	3436	3418	3436	3	3376
8	3490	3449	3471	3456	3463	4	3396
10	3532	3477	3506	3493	3492	5	3415
12	3570	3503	3541	3532	3520	6	3435
14	3607	3529	3577	3572	3548	7	3450
16	3645	3555	3612	3613	3577	8	3465
18	3682	3582	3647	3653	3606	9	3483
20	3712	3608	3679		3632	10	3501
22	3741	3634	3712		3656		
24	3771	3662	3744		3680		
26			3777		3703		
28					3727		

(155) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul BARY.)

Qu. de sel %	$Al^2(SO^4)^3$ + $18H^2O$	$ZnCl^2$	SO^4Zn + $7H^2O$	$Na^2S^2O^3$ + $5H^2O$	Qu. de sel %	SO^4Cu
5	1,3393	1,3424	1,3372	1,3396	2	1,3344
10	3435	3525	3424	3470	4	3368
15	3475	3654	3478	3549	6	3393
20	3513	3702	3528	3621	8	3418
25	3552	3790	3579	3695	10	3444
30	3584	3878	3632	3765	12	3469
35	3616	3988	3689	3833	14	3494
40	3648	4112	3749	3902	16	3519
45	3680	4236	3808	3959	18	3544
50	3713	4361	3874	4017	20	3570
55	3745	4488	3940	4075	22	3595
60	3778		4007	4132	24	3620
75	3875				2488	3630

(156) *Indices des mélanges d'eau et d'alcool.* (C. FÉRY.) Tempér. 20°.

%	C^2H^5OH	%	C^2H^5OH	%	CH^3OH	%	CH^3OH
2	1,3333	52	1,3612	2	1,3324	52	1,3426
4	3347	54	3617	4	3329	54	3426
6	3360	56	3621	6	3334	56	3425
8	3374	58	3625	8	3338	58	3423
10	3386	60	3629	10	3344	60	3422
12	3399	62	3632	12	3349	62	3420
14	3412	64	3634	14	3354	64	3417
16	3426	66	3636	16	3360	66	3415
18	3440	68	3637	18	3367	68	3412
20	3454	70	3638	20	3373	70	3408
22	3468	72	3639	22	3379	72	3405
24	3482	74	3640	24	3385	74	3401
26	3494	76	3640	26	3390	76	3396
28	3509	78	3640	28	3396	78	3391
30	3521	80	3640	30	3401	80	3386
32	3533	82	3639	32	3406	82	3380
34	3545	84	3639	34	3410	84	3374
36	3555	86	3638	36	3413	86	3368
38	3564	88	3636	38	3416	88	3361
40	3572	90	3634	40	3418	90	3353
42	3580	92	3632	42	3420	92	3344
44	3588	94	3629	44	3423	94	3335
46	3594	96	3626	46	3424	96	3325
48	3600	98	3622	48	3425	98	3314
50	3606	100	3618	50	3426	100	3300

(157) *Indices des solutions aqueuses de glycérine* (à 20°). (C. Féry.)

%	Indices	%	Indices	%	Indices	%	Indices
5	1,3380	30	1,3704	55	1,4030	80	1,4440
10	3446	35	3770	60	4110	85	4522
15	3510	40	3834	65	4192	90	4604
20	3576	45	3900	70	4276	95	4686
25	3640	50	3962	75	4356	100	4768

(158) *Indices des solutions aqueuses d'acides organiques.*

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Acide tannique (de la noix de galle). Temp. : 18°.	Acide oxalique $C^2H^2O^4,2H^2O$. Temp. : 22°.
1	1,3333	1,3332	1,3340	1,3328
2	3345	3344	3361	3336
3	3357	3356	3381	3344
4	3370	3368	3402	3353
5	3382	3381	3423	3361
6	3395	3394	3444	3369
7	3407	3406	3465	3373
8	3420	3418	3486	3378
9	3432	3430	3510	3383
10	3445	3442	3533	3387
11	3457	3455	3556	3392
12	3470	3468	3579	3398
13	3482	3480	3603	
14	3494	3492	3625	
15	3507	3504		
16	3520	3519		
17	3532	3534		
18	3544	3550		
19	3556	3565		
20	3569	3581		
22	3598	3611		
24	3627	3642		
26	3656	3672		
28	3684	3703		
30	3714	3734		
32	3743	3765		
34	3772	3795		
36	3801	3826		
38	3830	3857		
40	3859	3888		

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.
42	1,3888	1,3919	54	4080
44	3919	3949	56	4112
46	3951	3980	58	4144
48	3984		60	4176
50	4016		62	4308
52	4048			

(159) *Indices de réfraction de quelques huiles.* (C. Féry.)

Indice déterminé à 15° : correction — 0,00037 (15 — t°.)

Arachide épurée......	1,47325	Pied de mouton......	1,47045
— naturelle ...	7315	— de cheval.......	7095
Olives de Tunisie	7215	Ricin................	7990
— de Kabylie.....	7015	Amandes douces	7410
— à manger......	7130	Coton..............	7440
— fines	7070	Moutarde noire	7490
Noisette	7160	Saindoux...........	7195
Œillette............	7730	Oléine de saponification.	6245
Sésame naturelle.....	7490	Baleine St-Vincent....	7505
— épurée	7400	— du commerce..	7925
Lin..................	8140	Foie de morue Hogg..	8600
Pied de bœuf	7550	— blonde.	8335

(160) *Pouvoirs rotatoires.*

Une substance active, d'une densité d, imprime au plan de polarisation d'une lumière x une rotation α pour une épaisseur l (unité : le décimètre).

Si la substance est dissoute dans un liquide inactif et si l'on appelle P le poids de la substance, v le volume de la solution, π le poids de cette dernière et d sa densité, on pourra écrire

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{l}\frac{v}{P} = \frac{\alpha}{ld}\frac{\pi}{P} \quad \text{et} \quad P = \frac{\alpha\pi}{ld[\alpha]_x} = \frac{\alpha v}{l[\alpha]_x},$$

formules qui se réduisent à l'expression $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$ pour le cas des corps homogènes où $\pi = P$; α et $[\alpha]_x$ s'expriment en degrés sexagésimaux, mais avec division décimale du degré.

Pour x les majuscules indiquent les raies du spectre, les italiques les diverses couleurs et *ts* la teinte sensible, gris-lavande, correspondant

à l'extinction des rayons jaunes. Dans la table **162** et suivantes, le dissolvant est imprimé en italique et la concentration est indiquée de plusieurs manières : c exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 cc. : c'est la valeur de P pour $v = 100$; p exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 gr. de solution : on a $p = \frac{c}{d}$. Enfin, on empoie aussi le terme q, lequel est égal à $100 - p$: c'est le poids de substance *inactive* contenu dans 100 grammes de solution.

On a anciennement déterminé beaucoup de pouvoirs rotatoires à l'aide du saccharimètre et pour la teinte sensible. L'emploi de cet instrument n'est valable que si la dispersion rotatoire suit dans la substance examinée la même loi que dans le quartz. Dans ce cas, on aurait la rotation par rapport au rayon D en prenant les 8/9 de celle trouvée par la teinte sensible.

NOTA. — Quand dans la colonne *limite de la concentration* se trouve l'indication d, qui est celle de la densité du liquide, le pouvoir rotatoire marqué est celui du corps liquide observé directement et non dilué; on applique alors la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$.

(161) *Rotation pour 1 millimètre d'épaisseur.*

	x	Rotations observées α.
Quartz (Biot)	D	± 20°,984
— —	G	± 39,513
— (Broch)	D	± 21,69 ou 21° 43'.
— —	G	± 42,20
— (Soret et Sarasin)	A	± 12,668 $t = 20°$.
— —	B	± 15,746 —
— —	C	± 17,318 —
— —	D_2	± 21,684 —
— —	D_1	± 21,727 —
— —	E	± 27,543 —
— —	F	± 32,773 —
— —	G	± 42,604 —
— (Von Lang)	Li.	± 16,402
— —	Tl.	± 26,533
— (Landolt)	*j.*	± 24° 5 (complément de la teinte sensible.
— (Biot)	*ts.*	± 24
— (Biot)	*r.*	± 18,05 (verre rouge au cuivre).

	x	Rotations observées α.
Cinabre........................	r.	— 270-300°
Chlorate de sodium............	D	± 3,16
Bromate de sodium.............	j.	± 2,8
Periodate de sodium..........	D	± 23,3
Hyposulfate de potasssium......	D	± 8,385
— de calcium (4 aq.)..	v.	± 2,091
— de strontium......	v.	± 1,642
— de plomb (4 aq.)...	D	± 5,531
Acétate d'urane et de sodium...	j.	± 1,08
Benzile.......................	D	± 24,837
Sulfate d'éthylène-diamine.....	D	± 15,5
Carbonate de guanidine........	D	± 14,58
Sulfate de strychnine...........	r.	— 10,791
Phtaléine du phénol diacétylée..	Li.	± 17,1
	Na.	19,7
	Tl.	23,8
Camphre de matico............	D	2,07
Sulfoantimoniate de sod. (9 aq.).	j.	± 2,67

(162) *Pouvoirs rotatoires pour la raie* D.

Acides et sels.	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Acide camphorique.....	20°	$c=0,64$	+	46°,2
— *alcool*.....	20	$c=2,562$	+	47,5
— *ac. acétique*	20	$c=3,026$	+	46,3
Acide cholalique, *alcool*.		$c=3,338$	+	50,2
— (sel Na *eau*)..		$c=19,049$	+	26
— glutam. HCl 9,5 Bé..	18	$p=5,45$	+	34,7
Acide glutarique.......		$p=18,81$	—	1,98
Acide glychocoliq. *alcool*		$c=9,504$	+	29
Acide malique *eau*.....	20	$q=30-64$	+	$5,891-0,08959\,q$
— —	20	$q=65-92$	—	$5,891-0,08959\,q$
Malate de pot. ac. *eau*..	20	$q=73-91$	—	$0,6325-0,05562\,q$
— neutre —	20	$q=38-91$	—	$3,016-0,1588\,q+0,0005555\,q^2$
Malate de sod. ac. *eau*..	20	$q=41-80$	—	$9,367-0,2791\,q+0,001152\,q^2$

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Malate de sod. neutre *eau*	20°	$q=34-52$	+	$15,202-0,3322\,q+0,00008184\,q^2$
— — —		$q=53-95$	—	$15,202-0,3322\,q+0,00008184\,q^2$
Malate d'amm. ac., *eau*.	20	$q=72-94$	—	$3,955-0,02879\,q$
— neutre —	20	$q=37-83$	—	$3,315-0,005042\,q$ $0,0005155\,q^2$
Acide podocarpiq., *alcool*		$c=4-9$	+	136
Acide quinique........	15	$c=2-10$	—	43,9
Acide santonique, *alcool*	22,5	$c=1-3$	—	25,8
Acite tartrique.	20	$c=0,5-15$	±	$15,06-0,131\,c$
Tartrate de potas. neutre.	20	$c=11,597$	±	28,48
— acide..	20	$c=0,615$	±	22,61
Tartrate de sod. neutre.	20	$c=9,946$	±	30,85
— acide..	20	$c=4,409$	±	23,95
Tartrate de pot. et sod.	20	$c=10,771$	±	29,67
Tartrate d'amm. neutre.	20	$c=9,433$	±	34,26
— acide..	20	$c=1,712$	±	25,65
Émétique ordinaire,....	24	$c=7,982$	±	142,76
Taurochol. de sod. *alcool*		$c=9,898$	+	29
Acide valérique........	90	$d=0,933$	+	3,6
Corps neutres.				
Alcool amylique (Le Bel).	19	$d=0,812$	—	5,70
Chlorure d'amyle —	15	$d=0,886$	+	1,24
Bromure — —	15	$d=1,225$	+	3,60
Iodure — —	15	$d=1,54$	+	5,52
Cholestérine, *éther*.....		$c=7,9-10$	—	31,59
— , *chloroforme*.	15	$c=2-8$	—	$36,61+0,249\,c$
Échicérine, *chloroforme*	15	$c=2$	+	65,75
Echirétine, *éther*.......	15	$c=2$	+	54,8
Echitéine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	85,5
Echitine —	15	$c=2$	+	75,3
Euphorbone, *éther*.....	15	$c=4$	+	11,7
Phytostérine, *chlorof*...	15	$c=1,636$	—	34,2
Santonine *alcool*.......	20	$c=1,782$	—	161
— *chloroforme*...	20	$q=75-96,5$	—	$202,7-0,3086\,q$
Métasantonine —	20	$c=2,206$	+	124
Santonide —	20	$c=3,1-30,5$	+	754
— *alcool*.......	20	$c=4.046$	+	693
Parasantonide *chlor*....	20	$c=2,6-50,3$	+	891,7

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Essences.	°			
Camphre des laur. *alc.*.	20	$q=45-90$	+	$54,38-0,1614\,q+0,000369\,q^2$
— *alc. méthyliq.*.	20	$q=50-80$	+	$56,15-0,1769\,q+0,0006610\,q^2$
— *ac. acétique*...	20	$q=34-84$	+	$55,49-0,1372\,q$
— *acét. d'éthyle.*	20	$q=46-85$	+	$55,15-0,04383\,q$
— *benzine*.......	20	$q=36-76$	+	$55,21-0,163\,q$
Ess. de téréb. (P. australis)	20	$d=0,9104$	+	14,147
— —, *alcool*.	20	$q=27,78$	+	$14,173-0,011782\,q$
— (Pinus silvestris)	24,5	$d=0,85$	+	27,7
— —, ordinaire..	20	$d=0,863$	—	37,01
— —, *alcool*....	20	$q=10-90$	—	$36,974+0,0048164\,q+0,0001331\,0\,q^2$
— —, *benzine*...	20	$q=10-90$	—	$36,970+0,021531\,q+0,000067627\,q^2$
— —, *ac. acétiq.*	20	$q=10-90$	—	$36,894+6,024553\,q^2\ 0,0001368\,9q^2$
Alcaloïdes.				
Aricine *alcool* 97 %....	15	$c=1$	—	54,1
Brucine — 80 %....	15	$c=5,4$	—	85
Cinchonicine *chlorof*...	15	$c=2$	+	46,05
Cinchonidine *alc.* 95 %..	15	$c=2-5$	—	$113,53-0,426\,c$
— bisulfate, *eau*.. + 1 mol. H^2SO^4.	15	$c=1-7$	—	$105,96-1,0267\,c+0,03376\,c^2-0,00104\,c^3$
Cinchonine, *alcool*.....	15	$c=1$	+	225,96
— chlorhydrate, *eau*.	15	$c=0,5-3$	+	$165,5-2,425\,c$
— —, *alcool* 97 %..	15	$c=1-10$	+	$179,81-6,314\,c+0,8406\,c^2-0,0371\,c^3$
— sulf. basique, *eau*	15	$c=12$	+	$17,03-0,855\,c$
— —, *alcool* 97 %...	15	$c=3-10$	+	$193,29-0,374\,c$
Cinchoténine, 1 *vol. alc.* 97 % et 2 *vol. chlorof.*	15	$c=2$	+	115,5
Codéine, *alcool* 97 %...	15	$c=2$	—	635,8
Conicine	15	$d=0,873$	+	17,9
Cusconine, *alcool* 97 %..	15	$c=2$	—	54,3
Homocinchonidine, *alcool* 97 %...........	15	$c=2$	—	109,3
Laudanine, *chloroforme*	22,5	$c=2$	+	13,5
Laudanosine —	22,5	$c=2$	—	56
Morphine, hydrate, *eau* + 1 mol. Na^2O.	22,5	$c=2$	—	67,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Morphine chlorhyd., *eau*	15°	$c=1-4$	—	100°,67—1,14 c
— sulfate, *eau*.....	15	$c=1-4$	—	100,47—0,96 c
Narcotine, *alcool* 97 %..	22,5	$c=0,74$	—	085
—, *eau* + 2 *mol.* HCl.		$c=2$	+	42
Nicotine..............	20	$d=1,08101$	—	161,55
—, *alcool*.........	20	$q=10-85$	—	160,33—0,22236 q
— chlorhydr., *eau*	20	$q=57-90$	+	51,50—0,69319 + 0,004238 q^2
— acétate, *eau*...	20	$q=77-95$	+	49,68—0,71899 + 0,002542 q^2
— sulfate —....	20	$q=30-90$	+	19,77—0,05911 q
Papavérine, *alcool* 97 %.	15	$c=2$	—	4
Paytine, *alcool*.......		$c0,4542$	—	49,5
Quinamine —		$c=0,8378$	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 %..	15	$e=1-3$	+	236,77—3,01 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-2$	+	205,83—4,328 c
— sulfate, *eau*......	15	$c=2-8$	+	218—0,8 c
Quinine, hydr., *alc.* 97 %.	15	$c=1-10$	—	145,2—0,657 c
— —, *éther*....	15	$c=1,5-6$	—	158,7—1,911 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-3$	—	144,98—3,15 c
— sulfate monobas. + 7 aq., *eau*.	15	$c=1-6$	—	164,85—0,01 c
— — acide + 5 aq. —	15	$c=2-10$	—	170,03—0,94 c
— — acide + 7 aq. —	15	$c=2-10$	—	155,69—1,136 c
Strychnine, *alcool* 80 %.		$c=0,91$	—	128
Thébaïne — 97 %	15	$c=2$	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose...........	20	$p=0-18$	+	66,5
—		$p=18-69$	+	66,386+0,015035 p —0,0003986 p^2
—	15	$c=0-10$	+	68,65—0,828 c+ 0,115415 c^2
—, *alcool*...........	15	$c=5$	+	66,7
—, *eau*+1/4 *mol* CaO.		$c=10$	+	64,9
— — +1/2 —		—	+	61,3
— — +1 —		—	+	46,9
— — +2 —		—	+	51,8
— — +1 *mol.* Na^2O.		$c=5$	+	66
Saccharine...........			+	93,5

	Temp. de l'observ.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Glucose cristallisé, *eau*.	20°	$p=1-100$	+	47°,73+0,015534 p +0,0003883p^2
— — —	—	$q=9-12$	+	53,862+0,093194 q 0,0003883 q^2
— anhydre —	—	$p=1-100$	+	52,50+0,018796 p +0,000517 p^2
— — —	—	$q=17-93$	+	58,698—0,1025q +0,0004271 q^2
— de raisin —	15	$c=2,8$	+	51,78
— de salicine —	—	$c=2,5$	+	51,80
— d'amyg. (+aq.) —		$c=2$	+	49,25
Lévulose, *eau*	0-40	$c=0-40$	—	101,38—0,56t +0,108 (c—10)
Lactose anhydre, *eau*...		$c=0,36$	+	52,53+0,055 (20—t)
— tétracétylée		$c=7,46$	+	50,1
Maltose anhydre, *eau*...	15-35	$p=5-35$	+	140,375—0,01837 p —0,059 t
Galactose, *eau*.........	10-30	$p=4,9-35,3$	+	83,883+0,0785p —0,829 t
Mannite...............			—	0,15
Nitromannite, *alcool*....		$d=7,5$	+	40
Quercite..............	16	$c=1-10$	+	25,03
Salicine..............	15	$c=1-3$	—	65,17—0,63 c
Phlorizine *alcool*.......	22,5	$c=1-5$	*G*	49,4+2,41 c
Sucre interverti........	15	$p=20$	—	21,16
Mannose (séminose).....			+	14,36
Mannoheptose (perséose)			+	85
Sorbine (sorbose)		$p=10$	—	43,4
Arabinose			+	105,1
Xylose			+	19
Tréhalose (+2 aq.)....		$p=10$	+	180
Raffinose (+5 aq.).....			+	104
Stachyose			+	148
Inosites actives (anhydr.)			±	65
— — (hexacét.)			±	10
Pinite (matézite)			+	65,5
Québrachite			—	80
Bergénite.............			—	51,36
Mannite hexanitrique...			+	42,2
— dichlorhydrique			—	3,75
— hexacétique ...			+	18
Mannitane.............			—	23,8

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Morphine chlorhyd., *eau*	15°	$c=1-4$	—	100°,67—1,14 c
— sulfate, *eau*.....	15	$c=1-4$	—	100,47—0,96 c
Narcotine, *alcool* 97 %..	22,5	$c=0,74$	—	085
—, *eau* + 2 *mol.* HCl.		$c=2$	+	42
Nicotine...............	20	$d=1,08101$	—	161,55
—, *alcool*.........	20	$q=10-85$	—	160,33—0,22236 q
— chlorhydr., *eau*	20	$q=57-90$	+	51,50—0,69319 + 0,004238 q^2
— acétate, *eau*...	20	$q=77-95$	+	49,68—0,71899 + 0,002542 q^2
— sulfate —	20	$q=30-90$	+	19,77—0,05911 q
Papavérine, *alcool* 97 %.	15	$c=2$	—	4
Paytine, *alcool*.......		c0,4542	—	49,5
Quinamine —		$c=0,8378$	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 %..	15	$c=1-3$	+	236,77—3,01 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-2$	+	205,83—4,328 c
— sulfate, *eau*......	15	$c=2-8$	+	218—0,8 c
Quinine, hydr., *alc.* 97 %.	15	$c=1-10$	—	145,2—0,657 c
— —, *éther*....	15	$c=1,5-6$	—	158,7—1,911 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-3$	—	144,98—3,15 c
— sulfate monobas. + 7 aq., *eau*.	15	$c=1-6$	—	164,85—0,01 c
— — acide + 5 aq. —	15	$c=2-10$	—	170,03—0,94 c
— — acide + 7 aq. —	15	$c=2-10$	—	155,69—1,136 c
Strychnine, *alcool* 80 %.		$c=0,91$	—	128
Thébaïne — 97 %	15	$c=2$	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose...........	20	$p=0-18$	+	66,5
—		$p=18-69$	+	66,386+0,015035 p —0,0003986 p^2
—	15	$c=0-10$	+	68,65—0,828 c+ 0,115415 c^2
—, *alcool*............	15	$c=5$	+	66,7
—, *eau*+1/4 *mol* CaO.		$c=10$	+	64,9
— — +1/2 —		—	+	61,3
— — +1 —		—	+	46,9
— — +2 —		—	+	51,8
— — +1 *mol.* Na^2O.		$c=5$	+	66
Saccharine............			+	93,5

	Temp. de l'observ.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Glucose cristallisé, *eau*	20°	*p*=1—100	+	47°,73+0,015534 *p* +0,0003883 p^2
— — —	—	*q*=9—12	+	53,862+0,093194 *q* 0,0003883 q^2
— anhydre —	—	*p*=1—100	+	52,50+0,018796 *p* +0,000517 p^2
— — —	—	*q*=17—93	+	58,698—0,1025 *q* +0,0004271 q^2
— de raisin —	15	*c*=2,8	+	51,78
— de salicine —	—	*c*=2,5	+	51,80
— d'amyg. (+aq.) —		*c*=2	+	49,25
Lévulose, *eau*	0-40	*c*=0-40	—	101,38—0,56*t* +0,108 (*c*—10)
Lactose anhydre, *eau*		*c*=0,36	+	52,53+0,055(20—*t*)
— tétracétylée		*c*=7,46	+	50,1
Maltose anhydre, *eau*	15-35	*p*=5—35	+	140,375—0,01837 *p* —0,059 *t*
Galactose, *eau*	10-30	*p*=4,9—35,3	+	83,883+0,0785 *p* —0,829 t
Mannite			—	0,15
Nitromannite, *alcool*		*d*=7,5	+	40
Quercite	16	*c*=1—10	+	25,03
Salicine	15	*c*=1—3	—	65,17—0,63 *c*
Phlorizine *alcool*	22,5	*c*=1—5	*G*	49,4+2,41 *c*
Sucre interverti	15	*p*=20	—	21,16
Mannose (séminose)			+	14,36
Mannoheptose (perséose)			+	85
Sorbine (sorbose)		*p*=10	—	43,4
Arabinose			+	105,1
Xylose			+	19
Tréhalose (+2 aq.)		*p*=10	+	180
Raffinose (+5 aq.)			+	104
Stachyose			+	148
Inosites actives (anhydr.)			±	65
— — (hexacét.)			±	10
Pinite (matézite)			+	65,5
Québrachite			—	80
Bergénite			—	51,36
Mannite hexanitrique			+	42,2
— dichlorhydrique			—	3,75
— hexacétique			+	18
Mannitane			—	23,8

	Temp. de l'observ.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Sucres (suite).				°
Mannitane monochlorh..			+	18,7
— tétracét.......			+	23
Éther dimannitique.....			—	5,59
Glucose tétracétochlor...			+	147
— tétracétonitrique			+	159
Isodulcite (rhamnose)...			+	8,07
Fucose...............			—	77
Mélézitose.............			+	88,51
Saccharine du lactose...			—	48,4
— du maltose..			+	63
Dextrine...............			+	223
Lévulane..............			—	221
Inuline................			—	34.5
Sorbite................			—	1,73
Gluconate de calcium...			+	7
Lactones mannoniques..			±	54
Lactone galactonique...			—	58,6
— rhamonique....			—	34,5
Acide glycuronique.....			+	19,2
Divers.				
Asparagine, *eau*........	15		+	6,436
— ammon. 10 %	15		—	10,684
— HCl 10 %....	15		+	37,45
Menthol, *alcool absolu*..	22	c=4,9	—	49,4

Anciens pouvoirs rotatoires.

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]$.	Indice de réfraction (D).
Acides.	°			°	
Acide arabique.........		c=5	j —	28.8 à 46.1	
— aspartiq. s. HCl 9.5 Bé	22	p=5,094	j =	27,68	
— s. AzH^3 10 %.		p=4,02	j —	11,67	
— s. NaHO diluée.			j —	2,2	
Asparagine s. HCl D 1,07.	22	p=11,125	j +	34,4	
— s. NaHO 4,8 %.	22	p=17,9	j —	7,84	
— s. AzH^3.......			j —	11,18	
— s. AzO^3H......			j +	35 à 38,8	
— s. ac. citrique.			j +	12,5	

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α].	Indice de réfraction (D).
	0			0	0
Acide tartrique (Biot)...	17	p=35,7	r +	8,52	
— (Pasteur).	17	p=35,7	r +	8,53	
Tartramide.......... ..			j ±	133,9	
Essences (Buignet).					
Essence d'aspic........	12		j +	3,30	
— de bergamote.....	12	d=0,868	j +	18,45	1,468
— de camomille......	12	d=0,881	j +	48,80	1,462
— de carvi...........	12	d=0,916	j +	87,33	1,493
— de cédrat..........	12	d=0,855	j +	88,88	1,478
— de citron..........	12	d=0,851	j +	87,65	1,479
— de fenouil.........	12	d=0,984	j +	8,13	1,555
— de genièvre	12	d=0,879	j —	14,79	1,495
— de girofle	12	d=1,061		0	1,542
— de lavande........	12	d=0,886	j —	21,2	1,467
— de menthe poiv. ang.		d=0,904	j —	34,29	1,469
— — française.		d=0,904	j —	14,3	1,469
— — pouliot...			j +	25,07	
— de muscade.......		d=0,874	j +	34,28	1,483
— de néroli..........			j +	10,25	
— de fleurs d'or. du Midi		d=0,878		0	1,482
— de Paris...........		d=0,847		0	1,482
— d'oranges		d=0,887		0	1,477
— de petit-grain......			j +	20,47	
— de romarin.........		d=0,896	j +	14,67	1,475
— de santal citrin		d=0,975	j —	24,3	1,514
— de sassafras.......	12	d=1,087	j +	2,45	1,541
— de sauge..........		d=0,896	j —	8,93	1,475
— de térébenthine....		d=0,867	j —	43,5	1,476
— de thym		d=0,890	j —	11,23	1,483
— de copahu.........	12		j —	17,33	
— d'amande amère ...	12	d=1,059		0	1,550
— de cannelle de Chine	12	d=1,064		0	1,593
— — de Ceylan.	12	d=1,033		0	1,563
Essences (Gladstone)(1).					
Essence d'anis.........	16,5	d=0,9852	—	0,41	1,5666
— de bois de rose....	17	d=0,9064	—	6,95	1,1403
— de bouleau........	8	d=0,9005	+	16,76	1,4921
— de cannelle........	19,5	d=1,0297		0	1,5748
— de citronnelle......	21	d—0,8908	—	1,76	1,4659

(1) Chiffres calculés d'après la formule, jaune voisin de D.

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α],	Indice de réfraction (D).
	0				0
Essence de géranium de l'Inde..	21,5	d=0,9043	—	1,74	1,4714
— de girofle.........	17	d=1,0475	—	15,04	1,5312
— de limon (citr. méd.)	16,5	d=0,8498	+	76,44	1,4727
— d'écorce d'orange..	10	d=0,8509	+	14,84	1,4699
— de rose...........	25	d=0,8912	—	3,09	1,4627
— de wintergreen....	15	d=1,1243	+	1,05	1,5278
— de cédrat..........	18	d=0,8514	+	71,05	
— de muscade........	24	d=0,883	+	20	
Alcaloïdes.					
Picrotoxine, *alcool*.....		*p*=0,125	j—	28,1	
Sucres.					
Saccharose............			j+	75,08	
Lévulose..............	14		j—	106	
—	90		j—	53	
Eucaline..............			j+	55	
Parasaccharose........			j+	108	
Pinite................			j+	58,6	
Hématoxyline..........			j+	92	
Amygdaline...........			j—	35,5	
Mycose...............		*c*=10,03	j+	173,2	
Mélitose (+ 3 aq.)......	25	*c*=17,11	j+	88	
Mélézitose anhydre.....	20	*c*=18,6	j+	94,1	
Isodulcite............		*c*=10,2	j+	47,6	
Sorbine...............		*c*=33,9	j—	46,9	
Tréhalose (+ 2 aq).....	15	*c*=6,4—14,8	j+	199	
Populine..............		*p*=1	j—	53	
Matières albuminoïdes.					
Primovalbumine.......			j—	34,14	
Secondovalbumine.....			j—	32,7	
Leucozymase..........			j—	78,6	
Caséine (lait de vache) ac. acét.......			j—	99	
— carb. de soude.			j—	110,7	
— ammoniaque..			j—	116,7	
Lactalbumine.........			j—	62,6 à 66,6	
Galactozymase.........			j—	40,6	
Fibrine (bœuf) HCl.....			j—	72,5	
Gélatine..............			j—	167	
Osséine (HCl) (d'après M. A. Béchamp).....			j—	411,6	

Section XIII. — Solubilité des gaz. (Voir aussi tables 213 à 218.)

(163) *Coefficients d'absorption de quelques gaz* (Bunsen et Carius), *calculés pour* 0°, 4°, 10°, 15° *et* 20° *C.*

Gaz.		0°	4°	10°	15°	20°
Azote...........	dans l'eau.................	0,02035	0,01838	0,01607	0,01478	0.01403
—	— l'alcool..............	0,12634	0,12476	0,12276	0,12142	0,12038
Hydrogène	— l'eau................	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930
—	— l'alcool.............	0,06925	0,06867	0,06786	0,00725	0,06668
Oxygène	— l'eau................	0,04114	0,03717	0,03250	0,02989	0,02838
—	— l'alcool..............	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397
Acide carbonique	— l'eau................	1,7967	1,5126	1,1847	1,0020	0,9014
—	— l'alcool..............	4,3295	3,9736	3,5140	3,1993	2.9465
Oxyde de carbone	— l'eau................	0,03287	0,02987	0,02635	0,02432	0,02312
—	— l'alcool..............	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443
Protoxyde d'azote	— l'eau................	1,3052	1,1346	0,9196	0,7778	0,6700
—	— l'alcool..............	4,1780	3,9085	3,5408	3,2678	3,0253
Bioxyde d'azote	— —	0,31606	0,30290	0,28609	0,27478	0,26592
Gaz des marais	— l'eau................	0,05449	0,04993	0,04372	0,03909	0,03499
—	— l'alcool..............	0,52259	0,51135	0,49535	0,48280	0,47096
Gaz oléfiant	— l'eau................	0,2568	0,2227	0,1837	0,1615	0,1488
—	— l'alcool..............	3,5950	3,3750	3,0859	2,8825	2,7131
Butane	— l'eau................	0,03147	0,02770	0,02355	0,02147	0,02065
Éthane	— —	0,0874	0,0748	0,0599	0,0508	0,0447
Hydrogène sulfuré	— —	4,3706	4,0442	3,5858	3,2326	2,9053
—	— l'alcool..............	17,891	15,373	11.992	9,539	7.415
Acide sulfureux	— l'eau................	79,789	69,828	56,647	47,276	39,374
—	— l'alcool..............	328,62	265,81	190,31	144,55	114,48
Ammoniaque	— l'eau................	1049.6	941,9	812,8	727,2	654,0
Air atmosphérique	— l'eau (voy. table 205)...	0,02471	0,02237	0,01953	0.01795	0,01704

CHAPITRE II

Documents relatifs à la chimie pure.

Section I. — Analyse par la voie humide.

(164) ***Table des réactions des principaux sels solubles.***

I. — SELS MINÉRAUX.

ALUMINIUM.

Ac. sulfhydrique, hydrofluosilicique, perchlorique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. KHO.

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. exc. R., se séparant compl. si l'on ajoute exc. d'un sel ammoniacal, mais non par chal. seule.

Ammoniaque. — Pr. d'hydrate, pas comp. insol. exc. R.

Hydrate de baryum. — Pr. d'hydrate sol. exc. R., se séparant si l'on ajoute un sel ammoniacal.

Carbonate de potassium, de sodium ou *d'ammonium.* — Pr. d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. de phosphate, sol. ac. ou KHO.

Acide oxalique et *oxalates.* — Rien.

Sulfate de potassium ou *d'ammonium.* — Si sol. conc., dép. crist. d'alun.

Ferrocya. — Avec temps. Pr. vol.

Ferricya. — Rien.

AMMONIUM.

Voy. *Azote.*

ANTIMOINE.

I. — Sels antimonieux

Eau. — Rend laiteuses les solut. des sels antimonieux, mais HCl fait disparaître le trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-

orangé ou coloration, si liq. très ét.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. rouge-orange, sol. exc. R., surtout si R. impur [contenant S].

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate sol. grand exc. R. Bouilli, le pr. devient cristallin (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. blanc vol. presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. à chaud grand exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Comme ammoniaque.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc vol.

Ac. oxalique. — Pr. blanc vol.; avec temps précipitation compl.

Ferrocya.—Pr. blanc, insol. HCl.

Ferricya. — Trouble sol. HCl. (C'est l'action de l'eau du réactif.)

Noix de galle. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Pr. noir d'antimoine; d. capsule de platine, tache noire.

Permanganate de potassium. — Est décoloré.

Nitrate d'argent. — La sol. potassique de l'oxyde d'antimoine précipite avec temps ou par chal. de l'argent métallique du nitrate d'argent ammoniacal.

Chlorure d'or. — Est réduit par chal.

II. — Sels antimoniques.

a. Solution chlorhydrique d'acide antimonique.

Les *alcalis* et *leurs carbonates* précipitent en blanc; les pr. se dissolvent à chaud exc. R.

Permanganate de potassium. — N'est pas décoloré.

La plupart des autres réactions sont semblables à celles des dérivés antimonieux.

b. Antimoniates.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ac. nitrique et *sulfurique.* — Pr. blanc d'hydrate, insol. à froid, sol. à chaud.

Gaz carbonique. — Trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé, si la liq. ne contient pas de potasse libre.

Ac. oxalique. — Avec temps léger pr.

Nitrate d'argent. — Pr. gris d'antimoniate et d'oxyde d'argent, sol. compl. Am.; liq. ne dépose pas d'argent métallique ni avec temps, ni par chal.

ARGENT.

Ac. chlorhydrique et *chlorures.* — Pr. blanc, caillebotté de chlorure, sol. Am., insol. ac. A la lumière devient d'abord violet, puis noir.

Acide sulfhydrique. — Pr. noir, s. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir insol. exc. R.

Potasse. — Pr. brun d'oxyde; par ébullition devient noir. Insol. exc. R.; sol Am.

Ammoniaque. — En très petite quantité, pr. brun, sol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *de sodium.* — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre de carbonate anhydre; insol. exc. R., sol. Am.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. R.

Carbonate de baryum. — Pas d'action.

Phosphate de sodium. — Pr. jaune, insol. exc. R., sol. Am. ou AzO^3H.

Pyrophosphate de sodium. — Pr. blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaunâtre, peu sol. Am.; insol. AzO^3H.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Pr. brun-rouge.

Chromate de potassium. — Pr. brun-rouge, sol. Am. et AzO^3H.

Zinc métallique. — Dép. noir ou grisâtre d'argent métallique.

ARSENIC.

I. — Arsénites.

Ac. chlorhydrique. — Pr. d'acide arsénieux, sol. exc. R.

Ac. sulfurique, azotique, acétique. — Précipitent au bout d'un temps très long.

Acide sulfhydrique. — Si liq. neut., presque rien; si liq. ac., pr. jaune-serin de sulfure, sol. d. alcalis, leurs sulfures et carbonates, sol. Am., insol. HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. jaune, sol. Am., nitrate d'ammonium, AzO^3H et ac. acétique. Liq. ammoniacale add. de KHO donne à chaud miroir d'argent.

Azotate mercurique. — Pr. blanc devenant gris par temps ou ébullition (mercure métallique).

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-pomme, sol. en bleu Am. ou KHO; solut. potassique dépose par temps ou chal. de l'oxyde cuivreux rouge.

Permanganate de potassium. — Est bruni par les liq. neut. et décoloré par les liq. acidulées.

Chlorure d'or. — Est réduit à chaud par les liq. acidulées.

II. — Arséniates.

Ac. chlorhydrique, sulfurique, azotique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. neut., rien; si liq. acidulées, form. lente d'un pr. jaune. Chal. favorise form. du pr. Insol. HCl, sol. d. alcalis, leurs carbonates et sulfures.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-brique sol. AzO^3H ou Am. Solut. ammoniacale add. de KHO n'est pas réduite par chal.

Sulfate de cuivre. — Pr. bleu-verdâtre.

Nitrate de bismuth. — Pr. blanc, très peu sol. AzO^3H ét.

Sulfate de magnésium additionné de chlorure ammonique et d'ammoniaque. — Pr. crist. semblable au phosphate ammoniaco-magnésien.

Molybdate d'ammonium, additionné d'un exc. d'acide azotique. — Par chal., pr. jaune cristallin d'arséniomolybdate ammonique.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, sol. ac. acétique.

Permanganate de potassium. — N'est pas réduit.

Chlorure d'or. — Pas de réduction.

AZOTE.

I. — Sels ammoniacaux.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, carbonates alcalins. — Rien.

Potasse. — A chaud, dégagement d'ammoniaque, reconnaissable à l'odeur, et aux fumées blanches qu'il donne à l'approche d'une baguette humectée de HCl.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate, sol. d. une grande q. d'eau, sol. KHO; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique et perchlorique. — Si liq. pas trop conc., rien.

Chlorure platinique. — Pr

jaune pâle. peu sol. d. eau, insol. d. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. lent d'alun; si liq. ét., rien.

Hypobromite de sodium. — Dégagement d'azote à froid.

II. — Azotites.

Ac. sulfurique étendu. — Si liq. conc., dégagement d'oxyde azotique; si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. très légèrement acidulée par HCl, dép. de soufre et form. d'am.

Chlorure de baryum ou *de calcium.* — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. d. une grande q. d'eau, surtout à chaud.

Permanganate de potassium. — Si liq. neut., rien; si liq. ac., décol.

Iodure de potassium amidonné. — Si liq. légèrement ac., coloration bleue intense.

Sulfate ferreux. — Comme pour les azotates.

Ac. pyrogallique. — Col. brune en liq. acidulée par SO^4H^2.

Sol. de métaphénylène-diamine dans SO^4H^2 *ét.* — Col. jaune.

III. Azotates.

Ac. sulfurique et *chlorhydrique*, *chlorure de baryum* et *de calcium*, *acétate de plomb.* — Rien.

Acide sulfhydrique. — Si liq. très conc. et add. de SO^4H^2, dépôt de soufre; si liq. plus ét., rien.

Permanganate de potassium, *iodure de potassium amidonné.* — Rien.

Sulfate ferreux. — Sel solide broyé avec SO^4H^2 conc. et add. d'une goutte de la sol. d'un azotate, produit col. rose ou pourpre.

Tournure de cuivre et *acide sulfurique.* — Dégagement d'oxyde azotique.

Sulfate d'indigo. — Si liq. acidulée par SO^4H^2, décol. par chal.

BARYUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. crist. d'hydrate; si liq. ét., rien

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, ac. acétique et oxalique. Si liq. très ét., rien.

Ac. sulfurique et *sulfates* (surtout sulfate calcique). — Pr. blanc lourd, insol. HCl lentement déc. par carbonates alcalins à chaud.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc crist., presque insol. HCl. Si liq. très ét., pr. ne se produit que par temps ou chal.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Pr. jaune, presque insol. d. eau, sol. HCl.

Succinate d'ammonium. — Pr. instantané, si liq. conc.; lent, si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc., avec temps, pr. crist.

Ferricya. — Rien.

BISMUTH.

Sels bismuthiques.

Eau. — Dédouble les sels en sels acides qui se dissolvent et en sels basiques insol.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. ex. R.

Potasse et *ammoniaque*. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium*. — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipité compl. à froid.

Ferrocya.—Pr.blanc, insol.HCl.

Ferricya.—Pr. jaune, insol.HCl.

Iodure de potassium. — Pr. brun, sol. exc. R.

Bichromate de potassium. — Pr. jaune, sol. AzO^3H insol. KHO.

Sol. de chlorure stanneux dans KHO *ou* NaOH. — Préc. noir.

Zinc métallique. — Dép. noir de bismuth métallique.

BORE.

Borates.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. ac. ou d. chlorure d'ammonium.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. Am.

Azotate d'argent. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. très ét., pr. gris d'oxyde d'argent.

Papier de curcuma. — Trempé d. sol. légèrement acidulée par HCl ét., brunit par dessiccation.

Alcool. — Les borates mêlés de SO^4H^2 conc. ou l'ac. borique libre colorent en vert la flamme de l'alcool.

BROME.

I. — Bromures.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. une grande quantité d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc-jaunâtre, insol. AzO^3H, moins sol. Am. que le chlorure d'argent; devient gris à la lumière.

Azotate palladeux. — Pr. brun-rouge; si liq. très ét., pr. ne se forme qu'avec temps. Le chlorure palladeux ne précipite pas.

Eau de chlore. — Coloration rouge-jaunâtre que l'éther ou l sulfure de carbone enlèvent au liquide.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique*. — Par chal., vap. rouge foncé de brome.

II. — Bromates.

Acétate de plomb. — Pr. blanc; si liq. très ét., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. AzO^3H, sol. Am.

Azotate mercureux. — Pr. blanc-jaunâtre, presque insol. AzO^3H froid.

Ac. sulfurique conc. — Dégage à chaud vap. de brome et oxygène.

CADMIUM.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune vif, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. jaune vif, insol. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, très sol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, un peu sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. blanc, légèrement jaunâtre, sol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune, sol. HCl.

Sulfocya. — Rien, même après add. d'ac. sulfureux.

Zinc métallique. — Dép. écailleux assez brillant de cadmium.

CALCIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. d. beaucoup d'eau.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc. pulv., même si liq. très ét., sol. HCl, à peu près insol. ac. acétique et oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc crist., sol. HCl; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Rien.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Rien.

Succinate d'ammonium. — Si liq. conc., pr. crist.; si liq. ét., rien.

Ferrocya. — Rien, à moins que liq. ne soit très conc.

Ferricya. — Rien.

CARBONE.

(Voyez plus loin aux *Sels organiques.*)

CHLORE.

I. — Chlorures.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. beaucoup d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. AzO^3H, très sol. Am.; à la lumière, devenant violet, puis noir.

Azotate palladeux. — Rien.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.* — Par chal., dégagement de chlore.

II. — Hypochlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate de plomb. — Pr. blanc, devenant avec temps rouge-orangé et enfin brun (peroxyde de plomb).

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypochlorite, se dédoublant très rap. en chlorure et chlorate.

Sulfate manganeux. — Pr. brun de peroxyde de manganèse hydraté.

Permanganate de potassium — N'est pas altéré.

Ac. chlorhydrique, sulfurique. — Dégagement de chlore à froid.

Indigo. — Est décoloré lent. par les sol. alc., rap. après add. d'ac. Si l'on ajoute de l'ac. arsénieux à l'indigo, la décol. n'a lieu qu'après l'oxydation compl. de cet acide.

III. — Chlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc de chlorite, sol. d. beaucoup d'eau.

Permanganate de potassium. — Est décomposé aussitôt avec form. d'un dép. brun par ac. chloreux.

Indigo. — Est décoloré instantanément, même en présence de l'ac. arsénieux.

IV. — Chlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. ét., rien; si liq. conc. ou chaude, dégagement d'un gaz jaune (chlore et composés oxygénés).

Ac. sulfurique. — Qqs parcelles d'un chlorate, introduites d. SO^4H^2 conc., dégagent du peroxyde de chlore jaune décomposable par la chal. avec explosion.

Indigo. — N'est pas décoloré; mais si l'on ajoute un peu SO^4H^2 ét. et peu à peu du sulfite de sodium, la décol. a lieu aussitôt.

Couple Zn-Cu de Gladstone et Tribe. — Transforme à chaud les chlorates alc. en chlorures, avec séparation d'oxyde de zinc.

V. — Perchlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. décompose difficilement, même à chaud.

Indigo. — N'est pas décoloré, même après add. de sulfite sodique.

Sels de potassium. — Si liq. conc., dép. crist. de perchlorate potassique.

Couple Zn-Cu de Gladstone et Tribe. — Action sur perchl. alcalins nulle (diff. avec chlorates).

CHROME.

I. — Sels chromiques.

[(Verts ou violets.)

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate.

Potasse. — Pr. vert-bleu d'hydrate, sol. exc. R. en vert-émeraude. Cette solut. précipite en vert par l'ébullition ou par add. d'un sel ammoniacal.

Ammoniaque. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. vert clair d'hydrate, sol. grand exc. R.; la solut. vert-bleuâtre ne précipite pas par ébullition.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl., mais lente à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. vert ou bleu-violet.

Ac. oxalique. — Rien.

Ferrocya. — Rien.

Peroxyde de plomb. — Chauffé avec sol. alc. d'hydrate de chrome, donne liq. jaune contenant du chromate de plomb; ac. acétique y produit pr. jaune.

II. — Chromates.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., pr. de soufre et réduction à l'état de sel chromique.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris-bleuâtre, vert à chaud, d'hydrate chromique.

Ac. chlorhydrique. — A chaud dégagement de chlore; la liq. avant de devenir verte, passe par rouge, orangé et brun.

Ac. sulfureux. — Colore en vert.

Alcool. — Si liq. ac., par chal. odeur d'aldéhyde et col. verte.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. HCl, $HAzO^3$.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, sol. KHO, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-pourpre; si liq. tr. ét., rien.

Azotate mercureux. — Pr. rouge-brique.

Eau oxygénée. — Col. bleu foncé, très fugace, puis dégagement d'oxygène et pr. vert sale ou brun d'hydrate de chrome. Ether, agité avec liq., dissout la matière bleue et la rend beaucoup plus stable.

COBALT.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. très difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. bleu, devenant vert sale à l'air; avec temps ou par chal. passe au rouge pâle. Insol. exc. R.

Ammoniaque. — Même pr. bleu que la potasse; sol. en un liq. brun-rougeâtre grand exc. R. Si liq. contient sels ammoniacaux, pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. couleur fleur de pêcher, devenant violet par chal.

Carbonate d'ammonium. — Pr. couleur fleur de pêcher, sol.exc. R.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya.— Pr. vert, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Si liq. fortement acidulée d'ac. acétique, pr. jaune crist.

Hypochlorite ou *hypobromite de soude.* — A chaud pr. noir sol. cyanure potassique.

Ac. chlorydrique et *sol. de nitroso-β-naphtol dans ac. acétique.* — Pr. rouge-pourpre par chal. avec sulfate ou chlorure de Cobalt.

CUIVRE.

I. — Sels cuivreux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, presque insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. —En petite q. pr. blanc de sel cuivreux qui n'était soluble que d. exc. d'ac.; si l'on ajoute une plus grande q. de potasse, pr. jaune-brunâtre d'hydrate insol. exc. R.

Ammoniaque. — A l'abri de l'air, liq. incolore, bleuissant à l'air.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune d'hydrate cuivreux.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux.

II. — Sels cuivriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir. un peu sol. AmHS; sol. cyanure potassique, insol. sulfure sodique.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — Pr. bleu vol. d'hydrate, presque insol. exc. R.; devient noir par chal. (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. verdâtre de sel basique, très sol. en bleu céleste, exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. bleu-vert de carbonate basique, sol. AzH^3.

Carbonate d'ammonium. — Pr. verdâtre, sol. en bleu céleste exc.R.

Carbonate de baryum. — Précipite presque compl. à froid.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre, insol. HCl.

Sulfocya. — Si liq. conc., pr. noir; si liq. ét., rien; l'add. d'ac. sulfureux fait apparaître un pr. blanc de sulfocyanate cuivreux.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl; si liq. très ét. col. rouge

Zinc métallique. — Dép. brun foncé de cuivre métallique.

Lame de fer. — Dép. rouge de cuivre métallique.

ÉTAIN.

I. — Sels stanneux

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun foncé, insol. AmHS pur; sol. d. le R. contenant un exc. de soufre. Les ac. pr. de la solut. du sulfure stannique jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun foncé, sol. exc. R. impur.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.; si liq. conc. et chaude, potasse en précipite de l'oxyde stanneux noir.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.; par ébull. se transforme en oxyde stanneux brun-olive.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. même à froid.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Ferrocya. — Pr. gél. blanc.

Ferricya. — Pr. blanc. sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc de chlorure mercureux; si sel stanneux en excès, avec temps ou par chal. le pr. devient gris (mercure métallique).

Chlorure d'or. — Si liq., add. de qqs gouttes d'ac. azotique, pr. rouge ou brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. blanc-jaunâtre.

Eau oxygénée. — Pr. d'hydrate stannique, si liq. neutral. par KHO.

Zinc métallique. — Dép. spongieux d'étain métallique.

II. — Sels stanniques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune de sulfure stannique sol. AmHS ou KHO, difficilement Am.

Sulfhydrate d'ammonium. — Même pr. jaune, sol. exc. R.

Potasse — Pr. blanc d'hydrate, sol. ac. ou exc. R. (*stannate*), mais qui peut reparaître si l'on ajoute KHO très conc., dans laquelle le stannate est peu soluble.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Rien.

Chlorure mercurique, chlorure d'or ou *iodure de potassium.* — Rien.

Sulfite de soude. — Pr. d'hydr. stannique si liq. faibl. acid.; chal. favorise réact.

Nitrate d'ammoniaque. — Comme sulfite de soude.

Zinc métallique. — Si sol. ne contient pas exc. d'ac., dép. d'étain spongieux et d'hydrate stannique.

FER.

I. — Sels ferreux.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très faible, col. noire.

Sulfhydrate d'ammoniaque. — Pr. noir de sulfure, insol. exc. R., très sol. HCl. Si liq. très ét., col. verte et pr. noir avec temps.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, s'oxydant facilement et devenant vert, puis brun; insol. KHO, sol. incompl. Am.

Ammoniaque. — Même pr., sol. incompl. exc. R., plus sol. en présence de sels ammoniacaux.

Carbonates àlcalins. — Pr. blanc de carbonate, verdissant à l'air, plus lentement que l'hydrate.

Carbonate de baryum. — A froid, rien; à l'exception du sulfate; à chaud, pr. complète.

Ac. oxalique. — Pr. jaune d'oxalate se formant lentement.

Ferrocya. — Pr. blanc, insol. HCl, bleuissant avec temps à l'air, instantanément par add. AzO^3H ou eau de Cl.

Ferricya. — Pr. bleu foncé, insol. HCl (bleu de Turnbull).

Sulfocya. — Rien.

Succinate ammonique. — Rien.

Tannin. — Rien.

Chlorure d'or. — Dép. brun d'or métallique.

Permanganate de potassium. — Est décoloré instantanément.

II. — Sels ferriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel ferreux.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir de sulfure ferreux mêlé de soufre libre.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. rouge-brun vol. d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. rouge-brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ac. oxalique. — Col. jaunâtre.

Ferrocya. — Pr. bleu foncé de bleu de Prusse, insol. HCl.

Ferricya. — Col. brun-rouge.

Sulfocya. — Col. rouge sang.

Succinate ou *benzoate d'ammonium.* — Pr. brun, très sol. ac.

Tannin. — Pr. noir-bleuâtre (encre).

Chlorure d'or. — Rien.

Permanganate de potassium. — Rien.

FLUOR.

Fluorures.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage par chal. un gaz fumant à l'air et corrodant le verre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc vol. de fluorure, sol. d. grande quantité HCl. Am. ne le précipite que très lentement de la solution.

Chlorure de calcium. — Pr. gél. transparent, difficile à apercevoir. Am. ou chal. détermine la séparation du pr.

Azotate d'argent. — Rien.

IODE.

I. — Iodures.

Ac. sulfurique conc. — Form. d'iode libre.

Ac. azotique. — Si ac. contient vap. nitreuses ou si l'on chauffe, form. d'iode libre, qui suivant la concentration de la liq. se sépare ou reste en dissolution en colorant en brun ou en jaune. Si liq. est agitée avec un peu de chloroforme ou de sulfure de carbone, ceux-ci se colorent en rouge violet, tandis que liq. devient incolore. Sol. d'amidon produit dans la liq. une col. bleu intense (réaction extrêmement sensible).

Eau de chlore. — Form. d'iode libre, reconnaissable comme on vient de le dire. Eviter d'employer exc. R., qui donnerait du chlorure d'iode.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, très peu sol. à froid.

Azotate d'argent. — Pr. jaunâtre, insol. AzO^3H, très peu sol. Am; noircit à la lumière.

Azotate palladeux. — Pr. brun-noir, à peine sol. HCl ou AzO^3H. Le chlorure palladeux produit le même pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et col. de la liq. en brun (iode libre).

Perchlorure de fer. — Form. d'iode libre.

II. — Iodates.

Ac. sulfurique ou *azotique.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Par chal. dégagement de chlore.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc crist., sol. Am. très peu sol. AzO^3H.

Ac. sulfhydrique. — Dans liq. acidulée par SO^4H^2 form. de soufre et d'iode libre (reconnaissable par amidon). Un exc. R. décolore de nouveau la liq., qui contient alors de l'ac. iodhydrique.

Ac. sulfureux. — Agit de même, mais ne donne pas de soufre libre.

LITHIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. conc., pr. cristallin blanc de carbonate, sol. d. grande q. d'eau.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate, à froid lent à se former, à chaud rapide. Si liq. très ét., rien. Le pr. est sol. HCl et Am. ne le reprécipite pas à froid.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc

Ac. perchlorique. — Rien ou trouble si liq. conc.

Fluorure d'ammonium et *Am. en excès.* Pr. blanc gélatineux de LiFl, si liq. pas trop ét.

Chlorure de platine. — Rien.

Sulfate d'aluminium. — Rien.

MAGNÉSIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. vol. blanc d'hydrate, insol. exc. R., sol. dans sel ammoniac.

Ammoniaque. — Pr. vol. blanc d'hydrate; la précipitation est incompl.; si liq. contient ac. libre ou sels ammoniacaux en q. suf., pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. vol. de carbonate basique, sol. d. sel ammoniac. Si liq. ac. ou ét., rien à froid, mais pr. par chal.

Carbonate d'ammonium. — Rien; si liq. neut., par le temps dép. crist. blanc de carbonate magnésien ou de carbonate ammoniaco-magnésien.

Carbonate de baryum. — Rien.

Oxalate d'ammonium. — Rien; si liq. neut. et très conc.; avec temps, pr. crist. blanc.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate; si liq. ét., rien; mais pr. par chal. Les sol. renfermant un sel magnésien, un sel ammoniacal et Am. libre donnent avec le phosphate sodique un pr. crist. de phosphate ammoniaco-magnésien très peu sol. d. l'eau ammoniacale. Si liq. très ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Ferrocyanure de potassium. — Si liq. conc., pr. blanc.

Ac. sulfurique, ac. hydrofluosilicique, chromate de potassium. — Rien.

MANGANÈSE.

I. — Sels manganeux.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. de sulfure couleur de chair, devenant brun à l'air, insol. exc. R., très sol. d. ac., même d. ac. acétique.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, devenant rap. brun à l'air, insol. exc. R.; précipite incompl. en présence de sels ammoniacaux.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate; précipitation incompl. ou nulle en présence d'un grand exc. de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, devenant brun à l'air, moins rap. que l'hydrate; peu sol. d. sel ammoniac.

Carbonate de baryum. — A froid, rien (excepté d. sulfate); à chaud, précipitation.

Ac. oxalique. — Si liq. conc. avec temps pr. blanc crist.

Ferrocya. — Pr. blanc-rose; sol. HCl.

Ferricya. — Pr. brun, insol. HCl.

Peroxyde de plomb. — Ac. azotique et peroxyde de plomb donnent à chaud col. rouge-pourpre (ac. permanganique). La liq. ne doit pas contenir de chlore.

II. — Sels manganiques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel manganeux.

Ac. chlorhydrique. — Dégage du chlore par chal.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. couleur de chair de sulfure manganeux.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. vol. brun foncé d'hydrate; insol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Pr. brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. gris-verdâtre.

Ferricya. — Pr. brun.

III. — Manganates.

Acides. — Colorent en rouge et transforment les sels en permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse ou *carbonate de potassium.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Colore en rouge; par chal., dégagement de chlore et la liq. passe au brun, puis au rose (chlorure manganeux).

Ac. sulfureux ou *sulfite alcalin.* — Décol. instantanée.

IV. — Permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse. — Fait passer la couleur rouge au vert; chal. favorise la réaction.

Ammoniaque. — Pr. en brun et décolore.

Ac. azotique ou *sulfurique.* — Rien; si liq. conc. et qu'on chauffe, dégagement d'oxygène.

Ac. chlorhydrique. — La couleur rouge persiste longtemps à froid si liq. ét.; par chal., dégagement de chlore et formation de chl. manganeux.

Ac. sulfureux ou *sulfite alcalin.* — Si liq. ac., décol. instant.; si liq. neut., décol. et pr. brun.

MERCURE.

I. — Sels mercureux.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Pr. blanc de chlorure, insol. ac. ét.; Am. le colore en noir.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse, ammoniaque ou *carbonate d'ammoniaque.* — Pr. noir ou gris-noirâtre.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc sale, noircissant par chal.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, insol. exc. R., devenant gris par chal.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, devenant blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaune-vert d'iodure mercureux, que exc. R. dédouble en mercure

métallique pulv. et en iodure mercurique qui se dissout.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc, devenant bientôt gris (mercure métallique).

Cuivre. — Se recouvre d'une couche grise de mercure, devenant brillante par frottement.

II. — Sels mercuriques.

Eau. — Dédouble un grand nombre de sels mercuriques en sels acides solubles et en sels basiques jaunes ou insolubles.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Rien.

Ac. sulfhydrique. — En petite q., pr. blanc (comb. de sulfure et du sel non décomposé); devenant noir par exc. R.; presque insol. AmHS; insol. AzO^3H, même bouillant; sol. d. eau régale.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — En pet. q. pr. rouge-brun; en exc., pr. jaune d'oxyde.

Ammoniaque ou *carbonate ammonique.* — Pr. blanc, sol. grand exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. rouge-brun.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — D. le bichlorure, rien, ou avec temps pr. rouge; d. le nitrate, pr. blanc de phosphate.

Ferrocya. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc, devenant bleu par suite de la form. de bleu de Prusse et de cyanure de mercure.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc de calomel; gris par exc. R.

Iodure de potassium. — Pr. rouge, sol. exc. liq. et exc. R.

Cuivre. — Dép. gris de mercure

MOLYBDÈNE.

Molybdates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, sol. exc. R. et d. beaucoup d'eau.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., d'abord col. bleue, puis brune, et enfin pr. brun, sol. AmHS; chal. favorise la précipitation.

Sulfhydrate d'ammonium. — Si liq. ammoniacale, R. en petite q. donne par chal. pr. brun, et liq. se col. en rouge foncé; cette liq. possède un grand pouvoir colorant. Exc. R. détruit col. et dissout pr.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H et Am.

Phosphates. — Liq. additionné exc. AzO^3H, puis d'une très petite q. de phosphate, donne avec temps ou par chal., pr. jaune crist., sol. Am.

Chlorure stanneux. — Pr. vert-bleuâtre, sol. en vert.

Sulfate ferreux. — Si liq. ac., col. bleue; exc. R. fournit pr. brun et liq. brune.

Zinc ou *étain.* — En présence de HCl col. bleue, puis verte et à la fin brune.

NICKEL.

Ac. sulfhydrique. — Rien, ou si ac. très faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., très difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. vert clair d'hydrate, insol. exc. R. et inaltérable par chal.

Ammoniaque. — En petite q., trouble verdâtre, sol. en bleu exc.

R.; potasse précipite l'hydrate de cette solut.

Carbonate de potassium. — Pr. vert-pomme de carbonate basique.

Carbonate d'ammonium. — Pr. vert-pomme, sol. exc. R. en bleu verdâtre.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya. — Pr. blanc-verdâtre, insol. HCl·

Ferricya. — Pr. jaune-brunâtre, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Ne précipite pas.

OR.

Sels auriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir-brun, insol. HCl, AzO^3H, sol. eau régale et AmSH jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir-brun, sol. exc. R.

Potasse. — En petite q., pr. jaune-rouge, très sol. exc. R.

Ammoniaque. — En liq. conc., Pr. jaune-rougeâtre d'or fulminant, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — A froid, rien; à chaud, pr. brun d'hydrate.

Carbonate d'ammonium. — Dégagement de gaz carbonique et pr. d'or fulminant.

Ac. oxalique. — A froid, lent., à chaud, rap. dégagement de CO^2, col. verte et à la fin dép. d'or métallique.

Ferrocya. — Col. ou pr. vert-émeraude.

Ferricya. — Rien.

Sulfate ferreux. — Dép. brun d'or métallique.

Chlorure stanneux, avec qqs gouttes eau de Cl. — Pr. rouge-pourpre ou rouge-brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. vert-jaunâtre d'iodure aureux, et form. d'iode libre qui colore la liq.

Zinc métallique. — Dép. vol. d'or métallique.

PHOSPHORE.

I. — Hypophosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium, acétate de plomb. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypophosphite, noircissant rap. (argent métallique).

Chlorure mercurique. — Si R. en exc., pr. blanc de chlorure mercureux; si liq. en exc., dép. gris de mercure métallique.

Sulfate de cuivre. — L'ac. libre, chauffé vers 60° avec le R., donne pr. rouge d'hydrure de cuivre, sol. HCl avec dégagement d'hydrogène; si l'on chauffe trop fort, dép. de cuivre métallique.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de gaz sulfureux et pr. de soufre.

Zinc et *ac. sulfurique.* — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

II. — Phosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac. acétique; si liq. très ét., rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent ammoniacal. — A froid, lent., à chaud, rap. dép. d'argent métallique.

Chlorure mercurique. — Ac.; .. osphoreux produit à froid. lent. u chaud, rap. pr. blanc de chlorure mercureux.

Sulfate de cuivre. Rien.

Zinc et *ac. sulfurique.* — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

III. — Phosphates ordinaires.

L' *acide phosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc de phosphate, sol. HCl et ac. acétique, presque insol. sel ammoniac.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. HCl et ac. acétique, assez sol. sel ammoniac.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Pr. blanc crist. de phosphate ammoniaco-magnésien, sol ac., insol. Am. Si liq. très ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Acétate de plomb. — Pr. blanc vol. insol. ac. acétique, sol. AzO^3H.

Nitrate d'argent. — Pr. jaune clair, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. neut., elle prend une réaction acide.

Perchlorure de fer. — Pr. gél. blanc-jaunâtre, sol. HCl, insol. ac. acétique.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid avec temps, à chaud rap. pr. jaune crist., très sol. Am.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, insol. ac. acétique, sol. ac. minéraux.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

IV. — Pyrophosphates.

L'*acide pyrophosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent en solut. ét.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. HCl.

Sulfate de magnésium. — Pr. blanc, sol. exc. R. Am. ne le précipite pas de cette solut.

Nitrate d'argent — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid, pas de précipité ; à l'ébullition, pr. jaune après qq. temps.

Chlorure lutéocobaltique. — Pr. de paillettes brillantes jaune-rougeâtre pâle.

V. — Métaphosphates.

L'*acide métaphosphorique libre* coagule l'albumine et précipite en blanc les sels de baryum et d'argent.

Sulfate de magnésium. — Rien; mais si add. d'Am., pr. sol. dans grand excès AzH^4Cl.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

PLATINE.

Sels platiniques.

Acide oxalique ou *Ac. sulfureux.* — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Col. brune, puis pr. brun-noir, insol. HCl., AzO^3H, sol. eau régale et AmS jaune, en excès.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-noir.

Potasse ou *ammoniaque.* — Si liq. renferme chlorure, pr. jaune, sol. à chaud exc. R. Si liq. contient un oxysel, pr. jaune-brun, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dans liq. renferm. chlor. plat., pr. jaune insol. exc. R.

Carbonate de sodium. — A froid, rien ; à chaud, pr. brun.

Ferrocya. — Pr. jaune de chloroplatinate dans liq. renf. chlor. plat.

Chlorure de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. crist. jaune : si liq. ét., pr. se forme avec temps ou par add. d'alcool.

Chlorure stanneux. — Col. rouge-brun (chlorure platineux).

Sulfate ferreux. — Rien ; par ébullition prolongée, dépôt de platine métallique.

Iodure de potassium. — Col. brun-rouge, puis pr. brun.

PLOMB.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc, crist., insol. Am et ne changeant pas de couleur, inaltérable à la lumière. Si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, à peine sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; précipitation compl. par ébullition prolongée.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Rien.

Ac. sulfurique ou *sulfates.* — Pr. blanc de sulfate, presque insol. d. eau, sol. KHO ou tartrate ammonique ; noircit par AmHS.

Iodure de potassium. — Pr. jaune, sol. exc. R. ou KHO.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, insol. AzO^3H ét., sol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. gris-noirâtre de plomb métallique.

POTASSIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate ; sol. beaucoup d'eau, sol. KHO et ac. minéraux ; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. opalin, à peine visible.

Ac. perchlorique. — Pr. crist. blanc de perchlorate insol. alcool ; si liq. ét., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune de chloroplatinate, très peu sol. eau, insol. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. crist. d'alun, lent à se former ; si liq. ét., rien.

Ac. picrique. — Pr. jaune insol. alcool.

SILICIUM.

Silicates

Les silicates alcalins, auxquels on peut ramener tous les autres par fusion avec un carbonate alcalin. donnent par les acides un pr. gélatineux de silice hydratée. un peu sol. Si la sol. est évaporée à siccité, la silice n'est plus sol.

Cette silice, arrosée d'acide fluorhydrique aqueux, disparaît entièrement si l'on évapore.

SODIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. ; si liq. ét., rien.

Ac. perchlorique. — Rien.

Chlorure platinique. — Rien.
Sulfate d'aluminium. — Rien.
Pyro-antimoniate acide de potassium. — Pr. blanc crist.; la liq. doit être neutre et ne contenir que des alcalis pour que l'essai soit concluant. Si liq. ét., rien.

SOUFRE.

I. — Sulfures.

Acides. — Les sulfures solubles, auxquels on peut ramener tous les autres (1), en les fondant avec la potasse, dégagent avec ac. de l'ac. sulfhydrique, reconnaissable à son odeur ou à la col. noire qu'il produit sur le papier imprégné d'acétate de plomb.
Acétate de plomb. — Pr. noir, insol. ac. ét., sol. HCl bouillant.
Azotate d'argent. — Pr. noir.
Nitroprussiate de sodium. — Col. violet-rouge intense; ac. sulfhydrique libre ne la produit qu'après add. d'une goutte de soude.
Lame d'argent. — Une goutte de la liq. déposée sur la lame produit une tache noire.

II. — Hydrosulfites.

Acides. — Col. jaune.
Sulfate de cuivre ammoniacal. — A froid, pr. jaune-rouge d'hydrure cuivreux, ou si R. en exc., mélange d'hydrure et de cuivre.
Azotate d'argent. — A froid, dép. gris-noirâtre d'argent métallique.
Indigo. — Est décoloré instantanément; la col. reparaît par agitation à l'air.
Air ou *oxygène.* — Les hydrosulfites absorbent énergiquement l'oxygène de l'air en se transformant en sulfites acides.

(1) Pour les caractères des sulfures, voyez les différents métaux.

III. — Hyposulfites.

Acides. — A froid, après qq. temps, rap. à chaud. dép. de soufre et odeur de gaz sulfureux.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc. sol. d. beaucoup d'eau, décomposable par HCl.
Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hyposulfite, très instable et devenant jaune, puis noir (sulfure d'argent). La liq. renferme alors un sulfate.
Perchlorure de fer. — Col. violet-rouge, disparaissant après qq. temps, la liq. devenant incolore.
Chlorure mercurique. — Pr. blanc, noircissant bientôt; si R. en exc., pr. reste blanc.
Permanganate de potassium. ac. chromique. — Sont réduits si liq. est acidulée.
Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.
Aluminium et *potasse.* — Transf. en sulfites.

IV. — Sulfites.

Acides. — Odeur de gaz sulfureux, sans dépôt de soufre.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc, presque insol. eau, sol. HCl.
Chlorure mercurique. — Pr. blanc, ne noircissant pas.
Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.
Perchlorure de fer. — Pas de col., la liq. se décolore au bout de qq. temps.
Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.
Nitroprussiate de sodium. — Liq. neutralisée soit par ac. acétique soit par bicarbon. sodique, add. de très peu de nitroprussiate, puis d'une q. un peu plus grande de sulfate de zinc, donne pr. ou sol. rouge-pourpre (les hyposul-

fites ne montrent pas cette réaction).

V. — Sulfates.

Acides. — Rien.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc pulv. lourd de sulfate, insol. HCl, AzO^3H.
Acétate de plomb. — Pr. blanc lourd. insol. AzO^3H ét.; sol. AzO^3H ou HCl conc. et bouillant; sol. tartrate ammonique.
Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Rien.
Sucre de canne. — Est noirci à 100^0 par ac. sulfurique libre.

STRONTIUM.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.
Potasse. — Si liq. conc., pr. blanc crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.
Ammoniaque. — Rien.
Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.
Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, assez sol. sels ammoniacaux, peu sol. ac. acétique ou oxalique.
Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc, un peu sol. eau, assez sol. HCl., compl. décomposé par ébullition avec carbonate alc. Le sulfate calcique ne précipite les sels de strontium qu'au bout de qq. temps.
Ac. hydrofluosilicique. — Rien.
Chromate de potassium. — Si liq. conc., au bout de qq. temps pr. jaune; si liq. ét., rien.
Bichromate de potassium. — Rien, même si liq. conc.
Succinate d'ammonium. — Pr. lent si liq. conc.; rien si liq. ét.
Ferrocya. — Si liq. conc., trouble; si liq. ét., rien.
Ferricya. — Rien.

THALLIUM.

I. — Sels thalleux.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc de chlorure, inaltérable à la lumière, insol. Am, peu sol. d. eau, moins encore HCl.
Ac. sulfhydrique. — Si ac. faible (ac. acétique), pr. compl. noir de sulfure ; si ac. fort, pr. très incompl.; si liq. acidulée AzO^3H, rien.
Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. et cyanure de potassium, sol. HCl ou AzO^3H.
Potasse, ammoniaque. — Rien.
Carbonates alcalins. — Si liq. très conc., pr. blanc de carbonate.
Ac. oxalique. — Rien.
Iodure de potassium. — Pr. jaune-citron, à peine sol. eau, peu sol. KHO, insol. R.
Chromate de potassium. — Pr. jaune, peu sol. ac. chauds.
Cyanure de potassium. — Rien.
Ferrocya. — Si liq. très conc., pr. sol. exc. R.; si liq. moyennement conc., rien.
Zinc métallique. — Dép. de lamelles brillantes de thallium.

II. — Sel thalliques.

Eau. — Dédouble les sels thalliques en hydrate thallique et ac. libres.
Ac. chlorhydrique. — Rien.
Ac. sulfhydrique — Dép. de soufre et réduction à l'état de sel thalleux.
Potasse. — Pr. brun gél. d'hydrate.
Ammoniaque. — Pr. brun gél. d'hydrate: la précipitation est incompl. à froid, compl. à chaud.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Iodure de potassium. — Pr. noir, mélange d'iode et d'iodure thalleux.

Chromate de potassium. — Rien.

Ferrocya. — Pr. jaune, verdissant par chal.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre.

TUNGSTÈNE.

Tungstates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, insol. exc. R., sol. Am, devenant jaune par ébullition.

Ac. sulfhydrique. — Action presque nulle, même en liq. ac. La liq. se colore lent. en bleu.

Sulfhydrate d'ammonium. — Ne précipite pas les tungstates; l'add. d'ac. précipite sulfure brun clair, un peu sol. eau pure, insol. sol. salines.

Chlorure de calcium ou *de baryum.* — Pr. blanc.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am.

Chlorure stanneux.—Pr. jaune; si l'on ajoute HCl et qu'on chauffe, pr. devient d'un beau bleu.

Sulfate ferreux. — Pr. brun, que les ac. ne peuvent dans aucun cas faire virer au bleu.

Zinc. — Les tungstates add. de HCl ou mieux d'ac. phosphorique sont colorés en bleu par le zinc.

URANIUM.

Sels uraniques.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — A froid, pr. brun de sulfure, sol. ac. même ac. acétique, ins. AmHS pur, sol. en brun d. le R. contenant exc. de soufre. A chaud, pr. noir, mélange de soufre et d'oxyde uraneux, insol. AmS jaune.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. jaune, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium ou *bicarbonate de potassium.* — Pr. jaune, sol. exc. R.; KHO fait reparaître le pr.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. ac. minéraux, insol. ac. acétique.

Ferrocya. — Pr. ou col. rouge-brun foncé.

Ferricya. — Rien.

Eau oxygénée. — Préc. jaunâtre, sol. carbonate Am.

VANADIUM.

I. — Ac. vanadique en sol. acides.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre. Col. bleue.

Sulfhydrate d'ammonium. — Col. brune. Par l'add. de SO^4H^2, pr. brun, sol. en rouge brun dans exc. Am^2S.

Ferrocyanure. — Pr. vert.

Anhydr. sulfureux, réducteurs métalliques et autres. — Col. bleue.

II. — Vanadates.

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun.

Chlorure de baryum. — Pr. jaune gél. sol. AzO^3H et par chal. devenant blanc et dense.

Chlorhydrate d'ammoniaque. — En cristaux ou en sol. saturée donne pr. blanc insol. Réact.

Eau oxygénée. — Col. rouge. Agitée avec éther, la liq. reste col. et l'éther incol.

Sels d'argent, de plomb. — Pr. jaune, devenant blanc à la longue.

Tannin. — Col. noire.

ZINC.

Ac. sulfhydrique. — Pr. blanc de sulfure, très sol. HCl, insol. AmHS; la précipitation est très incompl.; elle est empêchée par l'add. de HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc de sulfure, très sol. HCl; insol. ac. acétique.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. blanc gél. d'hydrate, très sol. exc. R. et sels ammoniacaux.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate basique, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, sol. exc. R.; la liq. ét. d'eau laisse déposer par l'ébullition du carbonate de zinc.

Carbonate de baryum. — A froid, rien, excepté dans le sulfate; à chaud, précipitation lente.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, sol. ac., KHO, Am; si liq. contient du sel ammoniac et de l'Am., R. ne précipite pas (le manganèse précipite dans ces conditions).

Ferrocya. — Pr. blanc gél., peu sol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-rougeâtre, sol. HCl ou Am.

II. — SELS ORGANIQUES.

ACÉTATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Si liq. neut., pr. blanc, crist., sol. eau chaude, Am. ou AzO^3H.

Chlorure mercurique. — Rien. même à chaud.

Azotate mercureux. — Pr. blanc, sol. à chaud.

Perchlorure de fer. — Col. rouge foncé, passant au jaune par HCl; par ébullition, pr. brun d'hydrate ferrique et décoloration si liq. contient exc. d'acétate.

Ac. sulfurique. — A chaud, vap. d'ac. acétique; si l'on ajoute alcool, odeur d'éther acétique.

Ac. arsénieux. — Les acétates *secs*, chauffés avec de l'ac. arsénieux, développent l'odeur repoussante de l'oxyde de cacodyle.

BENZOATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. eau chaude, ac. et Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ex. R. et ac. acétique; insol. Am.

Perchlorure de fer neutre. — Pr. vol. couleur de chair de benzoate ferrique; HCl en petite q. le dissout en laissant ac. benzoïque solide.

Acides. — Si liq. conc., pr. crist. blanc, sol. dans beaucoup d'eau chaude et cristallisant par refroidissement en lamelles brillantes. Si liq. ét., rien; mais si l'on agite sol. avec éther, celui-ci enlève ac. benzoïque et le laisse après distillation.

BUTYRATES.

Chlorure de calcium. — Rien. Le butyrate de calcium est peu soluble à l'ébull.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-bleuâtre, sol. chal.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. chal.

Acide sulfurique étendu. — A la distillation chasse l'ac. avec odeur de beurre rance.

Ac. sulfurique et *alcool.* — A la distillation, odeur d'ananas.

CARBONATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc gél. devenant crist. après qq. temps; sol. ac. avec dégagement de CO^2.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am, et avec effervescence d. AzO^3H.

Perchlorure de fer — Pr. rouge-brun d'hydrate et dégagement de CO^2.

Acides. — Dégagement de CO^2; le gaz est inodore et trouble l'eau de chaux.

CITRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. liq., très peu sol. exc. R. Si liq. contient sel ammoniac, pas de pr.; mais par chal. il se forme un dép. blanc crist. de citrate tricalcique.

Azotate d'argent. — Pr. blanc floconneux, ne noircissant que très peu par l'ébullition, même après add. d'Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. Am.

Perchlorure de fer. — Col. brune.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage des citrates solides un mélange de CO et CO^2, sans que la liq. noircisse; vers la fin la couleur de la liq. se fonce et il se dégage du gaz sulfureux. Si l'on ajoute peroxyde de manganèse, odeur d'acétone.

CYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc caillebotté, sol. exc. R., moins sol. Am, insol. AzO^3H ét. Ce pr. dégage au rouge du cyanogène brûlant avec flamme pourpre.

Sel ferroso-ferrique. — Si liq. neut., pr. vert sale (si liq. ac., on sursature par qqs gouttes de potasse), mélange de bleu de Prusse et d'oxyde ferroso-ferrique. On ajoute un peu HCl, qui dissout ce dernier et laisse bleu de Prusse.

Sulfure d'ammonium jaune. — Le mélange des deux solut. évaporé au bain-marie, de manière à chasser exc. de R., renferme du sulfocyanate, qu'on décèle par une goutte de chlorure ferrique (coloration rouge-sang).

Acides. — Développent l'odeur d'amandes amères, caractéristique de l'ac. cyanhydrique.

FERRICYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. orange, très sol. Am, insol. AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. bleu, insol. HCl.

Chlorure ferrique.—Col. brune.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-jaunâtre; insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Comme pour les ferrocyanures.

FERROCYANURES.

Chlorure de calcium. — Pr. en sol. très conc.; si liq. moyennement conc., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. Am ou AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. blanc, bleuissant rap. à l'air, instantanément par chlore ou AzO^3H.

Chlorure ferrique. — Pr. de bleu de Prusse, insol. HCl, déc. par KHO bouillante.

Sulfate de cuivre. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Si l'ac. conc., par chal. dégagement de CO pur; si l'ac. ét., dégagement d'acide cyanhydrique.

FORMIATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent.—Si liq. conc., pr. blanc crist. de formiate argentique, noircissant rap. et se transformant en argent métallique; si liq. ét., rien; mais après qq. temps dép. d'argent métallique. La réduction ne se produit pas en présence d'un exc. d'Am.

Chlorure mercurique. — A froid rien; vers 60-70°, pr. blanc de chlorure mercureux.

Perchlorure de fer. — Comme pour les acétates.

Ac. sulfurique. — A froid, odeur piquante de l'acide formique; à chaud, dégagement de CO pur, sans que le mélange noircisse. Si l'on ajoute alcool, vapeurs d'éther formique.

LACTIQUE (ACIDE).

Carbonate de zinc. — A l'ébull. donne lactate de zinc, peu sol. eau froide, crist. Ins. alcool.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Chlorure de calcium. — Rien.

Sulfate de cuivre. — Col. bleue intense. — Les paralactates sont compl. pr.

MALATES.

Chlorure de calcium. — Rien; si liq. conc., pr. blanc par ébullition; si liq. ét., rien, mais alors l'add. de 2 vol. d'alcool provoquera la form. du pr. de malate calcique, très sol. HCl. Si cette sol. renferme très peu HCl, Am fait reparaître le pr. par l'ébullition; si sol. renferme exc. HCl, Am ne produit plus rien, même après ébullition prolongée.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ac. ou Am, fusible dans l'eau bouillante.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, devenant un peu gris par chal.; la réduction est très incompl., même après add. d'Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Ac. nitrique. — L'oxyde à chaud et le transforme en ac. oxalique.

Ac. sulfurique. — Chauffés avec l'ac. conc., les malates dégagent un mélange de CO^2 et CO, puis le liq. devient noir et dégage du gaz sulfureux.

OXALATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc pulv. d'oxalate calcique, insol. ac. acétique, oxalique, et sels ammoniacaux; sol. HCl,AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'oxalate argentique, peu sol. AzO^3H ét.; sol. Am.

Chlorure ferreux. — Pr. blanc-jaune, sol. ac. oxalique.

Peroxyde de manganèse. — Si

liq. acidulée par SO^4H^2, à froid, dégagement vif de CO^2.

Chlorure d'or. — Dégagement de CO^2 et dép. d'or métallique; réaction lente à froid, rap. à chaud.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2 et CO, sans que le mélange noircisse.

SUCCINATES.

Chlorure de calcium. — Si liq. très conc., pr. blanc crist.; si liq. moyennement conc.. rien, même par chaleur; l'add. de 2 vol. d'alcool provoque form. d'un pr. blanc de succinate calcique, sol. sel ammoniac.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. ac. acétique, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Pr. vol. rouge-brunâtre pâle, sol. ac. ét.

Acétate de plomb. — Pr. blanc amorphe, très sol. exc. R., liq. primitive ou ac. succinique; après qq. temps, ces sol. déposent du succinate de plomb crist. à peine sol.

Ac. azotique. — Ne l'altère pas, même à l'ébullition.

SULFOCARBONATES.

Solution ammoniacale d'oxyde de nickel. — Dans les sulfocarbonates normaux tr. ét. col. groseille; dans les sulfocarbonates sulfurés col. jaune.

SULFOCYANATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. exc. liq. primitive ou Am.

Chlorure ferrique. — Col. rouge de sang, stable en présence de HCl; la chal. la détruit, de même que AzO^3H, ac sulfureux, hyposulfites, etc.

Sulfate de cuivre et *ac. sulfureux.* — Pr. blanc de sulfocyanate cuivreux, insol. ac., sol. Am.

Acétate de plomb. — Après qq. temps, pr. crist.

Ac. chlorhydrique ou *sulfurique.* — Si liq. ét. et froide, rien; après qq. temps, col. jaune; et à la fin dép. jaune d'ac. persulfocyanique. A chaud. dégagement de CO^2, CS^2, H^2S ou CSO.

Ac. nitrique. — L'ac. ét. donne à chaud un dép. jaune de persulfocyanogène.

Ac. molybdique dissous dans HCl et *Zn.* — Col. rouge, que l'éther enlève à la liqueur.

TARTRATES

Chlorure de calcium. — Pr. blanc amorphe, sol. ac. et sel ammoniac. Cette dernière solut. laisse déposer au bout de qq. temps du tartrate de calcium cristallisé. Pr. sol. KHO; la solut. se trouble par chal. et s'éclaircit de nouveau par refroidissement. Le tartrate calcique chauffé doucement avec Am et un fragment d'azotate d'argent donne un miroir d'argent.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am; noircissant par l'ébullition.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Acétate de potassium et *ac. acétique.* — Pr. crist. de bitartrate de potassium; si liq. ét., avec le temps; si liq. très ét., rien.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2, CO, et plus tard de SO^2, en même temps que le mélange noircit.

(165) *Table pour les essais au chalumeau* (Borax).

Essai au borax. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Ti ; Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *seulement en p. q.* (1) *sinon jaunes.*	Si, Al. Sn ; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, Ti, W, Mo, Zn, Cd, *blanches et op. au fl.* Pb, Bi, Sb, Ag; Fe, *en p. q.*	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Di, Mn ; Nb, *seulement en p. q., sinon grises et op.* Ag, Zn, Cd, Pb, Ni, Bi, Sb, Te, *en soufflant longtemps; sinon grises et op.*	Si, Al, Sn, Di, Mn ; Ba, Sr, Ca, Mg. Gl, Y, Zr, Th (*sat.*), La, Ce, Ta, *blanches et op. au fl.* Nb, *seulement en p. q.; sinon grise et op.;* Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en soufflant longt.; sinon grises et op.;* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *surtout à fr. et en chauff. peu longt., sinon incolor.*; Nb, *en g. q.*	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en chauffant peu longtemps; sinon incolores*; Nb, *en g. q.*
Jaune très-pâle.	Ag. *en p. q.*	Ag. *en g. q. op. au fl.*	»	»
Jaune pâle.	Ag, Cd, Zn, *g. q.*	»	»	»
Jaune.	Ti, W, Pb, Sb. Mo, *en g. q.*; U, *en p. q.*	Va, Fe ; Ce, *blanc op. au fl.*; U, *jaune op. au fl.*	Ti, *en p. q., sinon bleu viol.*; Mo, *en p. q.*; *en très-gr. q. brun* ; W. Va.	Mo, *en g. q. op. et brune*; W, *en g. q. brune.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en p. q.* Bi, *en g. q.* (*or*^{se}).	»	U.	»
Rouge.	Ce.	»	»	»
Rouge foncé.	Fe, *en g. q.*	Mn (*violacée*).	»	»
Rouge-brun.	Cr, U.	Ni.	Cu, *en soufl. peu longt.* (*tr.*)	Cu, *en soufl. peu longt.* (*tr.*)
Violette.	Mn, Ni, Di.	Di.	»	Ti, *op. au fl.*
Bleue.	Co.	Co ; Cu (*verdât. pend. le refr.*)	Co.	Co ; Cu, *presq. inc. en s. longt.*
Verte.	Cu.	Cr (*jaunâtre pendant le refroid.*).	Fe. Cr, *brunât.*; Cu, *presq. inc. en souf. longt.*	Fe, U (*vert bout.*); Cr, Va (*vert-émer.*).

1. Abréviations employées dans ce tableau : *p. q.*, petite quantité ; *g. q.*, grande quantité ; *op.*, opaque ; *fl.*, flamber ; *tr.*, trouble.

(166) *Table pour les essais au chalumeau* (Sel de phosphore).

Essai au sel de phosphore. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation.		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore, avec une portion non dissoute nageant à l'intérieur.	Si.	Si.	Si.	Si.
Incolore.	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Nb, Te, *en toute proportion;* Ta, Ti, W, Zn. Cd, Pb, Bi, Sb, *en p. q.; sinon plus ou moins jaunes.*	Al, Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, *op. au fl.;* Ce, Nb, Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb. Fe, *en p. q.*	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Ce. Di, Mn; Ta, Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu très-soutenu; sinon grises et op.*	Al, Sn; Ba, Sr, Co, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*saturée*), La, *op. au fl.;* Ce, Di, Mn, Ta; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu tr.-sout.; sinon gr. et op.* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *surtout à froid;* Te, Ni.	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Te, Ni.
Jaune pâle.	Sb; — Zn, *en g. q.*	Ag, Fe.	»	Fe.
Jaune.	Pb, *en très-g. q.;* Bi, Cd, Ta, Ti, W, *en g. q.;* Ag, Ce, Ni, U, Va; Cr, Fe, *en p. q.*	Fe, *en g. q.* Ni, *en p. q.* U (*verdâtre*). Va.	Ti.	Fe (*verdâtre*), *en g. q.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe. *en g. q.*	Ni, *en g. q* (*orange*).	Fe, *en p. q.;* Va.	Fe, *pendant le refroid.*
Rouge.	»	»	Fe (*brun*).	»
Rouge foncé.	»	»	»	Cu, *op.*
Rouge-brun.	Ni; Fe, Cr, *en t.-g. q.*	»	Cr. Fe.	Cu, *op.*
Violette.	Mn, Di.	Mn, Di.	Nb, *en g. q.*	Nb, Ti.
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*).	Co, W; Nb, *en très g. q.*	Co, W; Nb, *en très-g. q.*
Verte.	Cu; Mo (*jaunâtre*).	Mo, U (*jaunâtre*) Cr (*vert-émeraude*).	U, Mo, Cu.	Cr, U, Mo, Va.

(167) *Recherche de l'acide borique.*

On approche de la base d'une flamme de Bunsen, ou mieux d'une flamme d'hydrogène, une boucle de fil de platine contenant une goutte d'acide sulfurique additionnée de la substance à examiner. La flamme *extérieure* se colore en vert et donne les bandes de Bo^2O^3 (**175**).

(168) *Recherche du cuivre.*

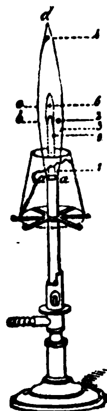
Le composé de cuivre est introduit dans la flamme extérieure de Bunsen à l'aide d'un fil de platine, et on volatilise au-dessous de l'essai une goutte d'acide chlorhydrique. Belle coloration bleue et spectre cannelé du chlorure (**175**).

(169) *Analyse pyrognostique.* (Bunsen.)

Bunsen a montré que la flamme non éclairante du bec qui porte son nom pouvait servir à un genre d'analyse qui, par sa sensibilité et sa précision, peut être rapprochée de l'analyse spectrale. Le point original et nouveau qui distingue cette méthode de l'ancienne méthode du chalumeau, est la volatilisation de certains éléments et leur condensation sous forme d'enduits sur des surfaces froides, enduits que l'on peut caractériser au moyen de quelques réactions simples.

I. — NATURE DE LA FLAMME DU BEC BUNSEN.

Le bec employé dans ces essais doit être muni d'une cheminée et d'un réglage d'air; il est représenté par la figure ci-contre à 1/8 de sa grandeur naturelle; les chiffres indiquent les différentes zones de réaction de la flamme.



On distingue dans la flamme trois parties principales : 1° le centre obscur *aba*, contenant du gaz mêlé de 60 pour 100 environ d'air; 2° le manteau pâle *adac*; 3° la pointe *bc* légèrement éclairante, dont on peut augmenter à volonté l'éclat en diminuant l'accès de l'air par les ouvertures inférieures du bec. Dans ces trois parties principales on peut distinguer *six zones de réaction* :

1) *Base de la flamme.* Température la moins élevée de la flamme.

2) *Zone de fusion.* Située en (2), elle présente la température la plus élevée; sert à l'examen de la fusibilité, de la volatilité et du pouvoir émissif des substances.

3) *Zone inférieure d'oxydation.* Située en (3); utile surtout pour la suroxydation des oxydes dissous dans les flux.

4) *Zone supérieure d'oxydation.* Située en (4); sert à l'oxydation d'essais volumineux, au grillage des sulfures, etc.

5) *Zone inférieure de réduction.* Située en (5); contient un mélange d'air et de gaz non brûlé; certaines substances qui sont réduites en (6) restent ici inaltérées; de telles conditions ne peuvent être réalisées au moyen du chalumeau. Sert à la réduction sur le charbon ou dans les flux.

6) *Zone supérieure de réduction.* Située en (6); comme il a été dit, on peut l'augmenter ou la diminuer à volonté. Cette zone ne renferme pas d'oxygène libre, mais des particules de charbon; sert à la réduction des métaux que l'on veut recueillir sous forme d'enduits.

II. — MÉTHODES D'ESSAI DANS LES DIFFÉRENTES ZONES DE RÉACTION.

A. — Action d'une température élevée sur les substances.

Au moyen de la flamme du bec Bunsen, on peut atteindre des températures aussi élevées qu'avec le chalumeau, à la condition de diminuer considérablement la quantité de l'essai et, par suite, les dimensions des fils qui servent à le supporter. On emploie à cet effet des fils de platine extrêmement minces coupés en morceaux de 4 centimètres de long, recourbés en boucle à l'une de leurs extrémités et fixés par l'autre dans un tube de verre effilé; 10 centimètres de ce fil ne doivent peser au plus que $0^{gr},034$. Les essais qui n'adhèrent pas au platine sont portés dans la flamme sur une baguette très fine en asbeste, fixée dans un tube de verre étiré. Ces petits tubes sont maintenus dans la flamme au moyen d'un support approprié. Enfin, les essais qui décrépitent sont réduits en poudre ténue au moyen d'un petit couteau à palette; on les enveloppe dans 1 centimètre carré de papier Berzélius humide qu'on brûle entre deux boucles de fil de platine; il reste ainsi une croûte cohérente qui peut être chauffée directement dans la flamme.

Lorsqu'on porte un essai à une haute température, il faut observer l'intensité ou la couleur de la lumière qu'il émet, sa fusibilité, sa volatilité et enfin la coloration qu'il communique à la flamme, caractères qui donnent tous des indications sur sa nature. La coloration de la flamme, qui présente un intérêt tout particulier, apparaît dans la région (4) si l'essai est porté en (6); la région (1) peut être utile pour réduire en vapeur la partie la plus volatile d'un mélange et produire ainsi une coloration de la flamme qui serait masquée par les autres sels si on introduisait le mélange dans une région plus chaude.

La *volatilité* des essais peut être appréciée avec une précision suffisante en portant dans la partie la plus chaude de la région de fusion qu'on a déterminée préalablement, un poids connu de matière, 1 centigramme par exemple, et en notant le moment de l'introduction et l'instant où la coloration de la flamme disparaît de nouveau. Bunsen rapporte la volatilité des essais à celle du chlorure de sodium prise comme unité; en désignant par t_0 et t_1 le temps qu'exigent pour se volatiliser une perle de chlorure de sodium de 1 centigramme et une perle de l'essai du même poids, on a par conséquent

$$v \text{ (volatilité)} = \frac{t_0}{t_1}.$$

Le tableau suivant donne en secondes le temps de volatilisation de 1 centigramme de matière, ainsi que la volatilité *v* :

Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.	Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.
NaCl	84,25	1,000	CsCl	31,3	2,717
LiCl	114,0	0,739	KI	29,8	2,828
KCl	65,4	1,288	Na^2SO^4	1267,0	0,066
NaBr	48,8	1,727	Li^2CO^3	736,5	0,114
KBr	41,0	2,055	K^2SO^4	665,2	0,127
RbCl	38,6	2,183	Na^2CO^3	632,0	0,133
NaI	35,7	2,360	K^2CO^3	272,0	0,310

Si l'on divise les valeurs de *v* des *sels haloïdes* par les poids moléculaires correspondants, on trouve très sensiblement le même chiffre (1,0169, en moyenne), ce qui montre que dans le même temps il se volatilise le même nombre de molécules des sels haloïdes.

B. — Réduction et oxydation des essais.

1° *Réduction dans le tube.* On emploie des tubes de 2 à 3 millimètres de diamètre et de 30 millimètres de longueur, à parois très minces; les réducteurs employés sont un mélange de carbonate de sodium sec et de noir de fumée préparé avec l'essence de térébenthine; un bout de fil de magnésium de 2 ou 3 millimètres de long et de 1 demi-millimètre de diamètre, ou un morceau de sodium gros comme une graine de moutarde.

2° *Réduction sur la baguette de charbon.* On prend un gros cristal de carbonate de sodium, on en chauffe un bout dans la flamme, et quand il fond dans son eau de cristallisation, on en frotte le bout d'une allumette mince, qu'on carbonise ensuite lentement dans la flamme; on obtient de cette manière une petite baguette de charbon enduite de carbonate de sodium et rendue ainsi difficilement combustible. D'autre part, l'essai est broyé avec une goutte de carbonate sodique fondu dans son eau; une petite boule de ce mélange de la grandeur d'un grain de millet est chauffée à l'extrémité de cette baguette, d'abord dans la région (5) de la flamme, puis portée au travers du cône central obscur dans la région (6), et enfin, après la réduction, qui s'accompagne d'un bouillonnement, soumise au refroidissement dans le cône obscur. Le produit broyé avec un peu d'eau et lévigé fournit des globules, des paillettes ou une poudre métallique.

3° *Enduits sur la porcelaine.* Les métaux réductibles par l'hydrogène ou le charbon et volatils peuvent être séparés de leurs combinaisons comme tels ou à l'état d'oxydes et condensés sous forme d'enduits sur une surface de porcelaine maintenue à une température relativement froide (capsule en porcelaine mince, vernie à l'extérieur, d'un diamètre de 10 à 12 centimètres, et remplie d'eau).

(*a*) *Enduits métalliques.* On introduit l'essai au bout d'une

baguette en asbeste dans la région (6), tandis que l'on place la capsule en porcelaine immédiatement au-dessus; les métaux réduits s'y condensent sous forme d'enduits noirs, mats ou miroitants. Au lieu de la porcelaine, on peut employer un grand tube à essai, rempli d'eau, dont le fond est fixé à la hauteur de la partie supérieure de la région (6); l'ébullition de l'eau est rendue régulière au moyen de quelques fragments de marbre. On peut ainsi recueillir, sous forme d'enduits, des quantités notables du métal réduit. La dissolution plus ou moins facile de l'enduit dans l'acide nitrique d'une densité de 1,15 permet de classer les métaux en trois groupes (voy. tab. **170**).

(*b*) *Enduits d'oxyde*. On opère comme en *a*, mais on place la capsule dans la région (4); il est bon de diminuer la flamme pour que les produits volatils ne se répandent pas sur une trop grande surface de la capsule. — α) La couleur de l'enduit peut donner des indications sur sa nature. — β) On examine s'il est réduit par une goutte de chlorure stanneux. — γ) Si l'on a ainsi un résultat négatif, on cherche à obtenir la réduction en ajoutant de la soude jusqu'à ce que l'oxyde stanneux précipité d'abord soit dissous. — δ) On humecte l'enduit avec une goutte de nitrate d'argent parfaitement neutre et on fait arriver sur la tache un courant d'air chargé d'ammoniaque (air barbotant dans de l'ammoniaque liquide); s'il se forme un précipité, on cherche à le dissoudre ou à le modifier par un excès d'ammoniaque.

(*c*) *Enduits d'iodure*. On place la capsule enduite d'oxyde sur un vase plat à large ouverture, contenant de l'iodure de phosphore tombé en déliquescence; les vapeurs d'acide iodhydrique qui s'en dégagent convertissent l'oxyde en iodure. — α) On cherche à faire disparaître l'enduit d'iodure, c'est-à-dire à le dissoudre en soufflant dessus; en chauffant très légèrement la capsule, on peut le faire reparaître. — β) On étudie l'action de l'air ammoniacal sur l'enduit.

(*d*) *Enduits de sulfure*. On dirige sur l'enduit d'iodure un courant d'air chargé de sulfure d'ammonium (air barbotant dans une solution de sulfure d'ammonium), et on chasse l'excès de réactif à l'aide d'une douce chaleur. — α) On cherche à le faire disparaître, c'est-à-dire à le dissoudre, en soufflant dessus. Les sulfures possèdent souvent la même coloration que les iodures, mais s'en distinguent par leur insolubilité dans la buée. — β) On examine si le sulfure d'ammonium dissout l'enduit.

C. — **Attaque des essais non ou difficilement réductibles dans la flamme.**

On fait cette attaque, comme d'habitude, par le carbonate de sodium, le nitre, le bisulfate de potassium. Le mélange est supporté par une petite spirale en fil de platine mince, et fondu dans l'espace (4).

III. — RÉACTIONS DES CORPS.

Abréviations employées dans les tableaux suivants :

Am^2S = sulfure d'ammonium; disp. au souf. = disparaît au souffle; disp. passag. = disparaît passagèrement; ne disp. pas = ne disparaît pas; g = goutte.

Voyez en outre les abréviations employées dans la table 170, p. 181 et suiv.

(170) *Éléments réductibles sur la baguette de charbon, mais ne donnant pas d'enduits.*

		Aspect du metal.	Réactions.	Nature de l'élément.
I. Métaux se présentant sous forme de poudres ou de paillettes non fondues. On les met au contact de la pointe d'un couteau aimanté.	**Métaux magnétiques.** On transporte l'aigrette métallique sur une feuille de papier blanc.	Poudre noire non brillante.	Traité sur le papier par g. AzO^3H, se dissout et produit tache jaune, bleuissant par ferrocy. Tache jaune, traitée successivement par soude et brome en vapeur, puis de nouveau par soude, ne change pas. Perle de borax : jaune-rougeâtre en (4), vert-bouteille en (5) ou (6).	**Fe.**
		Paillettes blanches brillantes et ductiles.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit tache verte sur papier, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : violette en (4), grise et opaque en (5) ou (6).	**Ni.**
		Comme ci-dessus.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit sur le papier tache rouge, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : bleue en (4), (5) ou (6).	**Co.**
	Métaux non magnétiques. Ils peuvent être réduits sans l'emploi de la baguette de charbon, en calcinant l'essai avec du carbonate de sodium dans la zone (4).	Masse spongieuse grise, devenant blanche brillante et ductile sous le brunissoir.	Sol. AzO^3H chaud ; solut. ad. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne pr. blanc, sol. exc. R. Liq. add. d'eau régale et évaporée à une g., donne pr. crist. orangé sale. Sol. nitrique est colorée par chlorure stanneux, en bleu, vert ou brun, suivant q. R.	**Pd.**
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl ou AzO^3H ; sol. eau régale. Solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne immédiatement pr. crist. jaune clair. Solut. d. eau régale est colorée en brun jaune par le chlorure stanneux.	**Pt.**
		Poudre grise terne, non ductile, ne changeant pas sous le brunissoir.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, attaquable difficilement par fusion avec bisulfate de potassium ; la masse fondue se dissout dans l'eau avec un col. rose.	**Rh.**
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, inattaquable par bisulfate de potassium.	**Ir.**

	Aspect du métal.	Réactions.	Nature de l'élément
II. Métaux se présentant sous forme de globules métalliques.	Globule jaune, brillant, ductile.	Insol. HCl ou AzO^3H; sol. eau régale; solut. donne avec chlorure stanneux pr. brun de pourpre de Cassius, et avec sulfate ferreux pr. brun d'or, en même temps que la liq. prend une teinte bleue.	Au.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Insol. HCl, sol. AzO^3H; solut. donne avec HCl pr. blanc, sol. AzH^3.	Ag.
	Globule rouge, pouvant être réduit en paillettes au mortier.	Sol. AzO^3H; solut. brunit par ferrocy. Perle de borax : bleu-verdâtre en (4), ne devenant rouge en (5) qu'après add. d'une trace d'acide stannique; par des oxydations et réductions successives, on obtient une perle transparente rouge rubis.	Cu.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Difficilement sol. HCl; un papier Berzélius, imprégné de la solut. est coloré en rouge par ac. sélénieux, et en noir par ac. tellureux. Solut. add. d'une trace de nitrate de bismuth, puis de soude, donne pr. noir. Une perte de borax colorée très faiblement en bleu par CuO peut servir à la recherche de traces d'étain ; on opère comme ci-dessus.	Sn.

(171) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion avec addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue blanche ou incolore.	On le dissout dans l'eau et l'on fait absorber la solution par des bandes étroites de papier Berzélius.	HCl ne change pas la couleur du papier, mais ferrocyanure produit ensuite col. rouge-brun. Chlorure stanneux en très petite q. colore le papier en bleu, à froid ou à une douce chal., exc. R. fait passer col. au jaune-brun. AmHS produit sur le papier une tache brune, persistante après add. de HCl, et entourée souvent d'une auréole bleue.	Mo
			HCl et ferrocy. ne produisent pas de col. Chlorure stanneux donne col. bleue. AmHS et HCl ne produisent rien.	Tu.
		Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, on arrose la masse fondue encore chaude de chlorure stanneux et on la réduit dans la zone (5). On obtient alors une masse grise qui se dissout à chaud d. HCl en donnant solut. de couleur améthyste. Avec sel de phosphore, l'essai donne en (4) perle incolore, qui en (6) se colore en violet améthyste. Après add. d'une petite q. de sulfate ferreux, la perle prend en (5) la col. rouge foncé du sang veineux; la perle passe au brun en (4) (fer) et se colore en (5) de nouveau en rouge foncé.		Ti Ta ou Nb
		Si tous les essais précédents n'ont donné aucun résultat, on ajoute ac. acétique à la solut. de la masse fondue et l'on évapore à une douce chal. — Résidu gélatineux.		Si.

(172) (*suite*) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion av. addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue jaune.	On la dissout dans l'eau, on acidule la solut. claire par ac. acétique et on la fait absorber par des bandes étroites papier Berzélius	Acétate de plomb produit sur le papier tache jaune, nitrate mercurique tache rouge, et le nitrate d'argent tache rouge-brun. Chauffée avec l'eau régale ou le chlorure stanneux, la masse fondue donne solut. verte. Perle de borax : vert-émeraude en (4), (5) ou (6).	Cr
			Nitrate d'argent produit tache jaune. La solution de la masse fondue dans l'eau régale est d'un jaune brun, et passe au bleu par chlorure stanneux. Perle de borax : jaune-vert en (4); verte en (6).	V
	Masse f. verte.	Elle donne avec l'eau solut. verte, se colorant en rouge par ac. acétique et se décolorant ensuite. Perle de borax : couleur améthyste en (4), incolore en (6).		Mn

Si les essais précédents n'ont pas donné de résultats, il reste à faire les expériences suivantes :
On fond l'essai avec du bisulfate de potassium, puis on broie la masse avec qqs grains de carbonate de sodium et qqs gouttes d'eau et on fait absorber la solut. par une bande de papier. Ac. acétique et ferrocy. produisent tache jaune. Perle de borax : jaune en (4); verte en (6) surtout après add. de chlorure stanneux; ces col. ressemblent à celle que donne le fer, mais s'en distinguent en ce que la perle d'urane émet à chaud une lumière vert-bleuâtre, analogue à la teinte de fluorescence du verre d'urane. Les perles de borax du plomb, de l'acide stannique et de qqs autres composés produisent un phénomène lumineux analogue, mais ne présentent pas la coloration de la perle d'urane. — **U**

Recherche du soufre. — L'essai, réduit avec du carbonate sodique sur la baguette de charbon, est placé sur une lame d'argent et humecté d'eau : la formation d'une tache brune ou noire indique la présence du soufre; toutefois cette réaction n'est caractéristique que si l'on s'est assuré, d'après la table **170**, de l'absence du sélénium et du tellure, qui produisent une tache semblable sur l'argent.

Recherche du phosphore. — L'essai parfaitement sec est chauffé dans le tube avec un morceau de magnésium ou de sodium, et la masse est humectée d'eau; le développement de l'odeur très caractéristique de l'hydrogène phosphoré indique la présence du phosphore.

Si l'essai ne contient pas d'élément donnant un enduit, on peut reconnaître les phosphates en le fondant au fil de platine dans la zone (5) avec du borax et un petit morceau de fil de fer très fin; il se produit un globule blanc de fer phosphoré magnétique.

(173) *Éléments réductibles, volatils,*

	Enduit métallique	Enduit d'oxyde.	Enduit d'oxyde $+SnCl^2$.	Enduit d'iodure.
Enduits à peine solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Noir, bord brun.	Blanc.	Noir.	Brun; disp. pass. au souf.
	Rouge-cuivre, bord rouge-brique.	Id.	Roug.-briq. $+NaHO$ noir.	Brun; ne disp. pas compl. au souf.
	Noir, bord brun.	Id. $+AzO^5Ag$ et AzH^3 noir, insol. AzH^3.	Blanc. NaHO rien.	Rouge-orange disp. passag au souf.
	Id.	Blanc; $+AzO^5Ag$ $+AzH^3$ jaune ou br. rouge. sol. AzH^3	Id.	Jaune; disp. passag. au souf.
Enduits difficilement solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id. $+NaHO$ noir.	Bleu-brunâtre, bord couleur de chair; disp. passag. au souf.
	Gris non uniforme.	Ne peut être produit.		Rouge-carmin et jaune; ne disp. pas au souf.
	Noir, bord brun.	Blanc.	Blanc.	Jaune-citron; ne disp. pas au souf.
Enduits immédiatement solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Id.	Jaune clair.	Id.	Jaune; ne disp. pas au souf.
	Id.	Brun, bord blanc; ce bord passe au noir par AzO^5Ag.	Id.	Blanc.
	Id.	Blanc.	Id.	Id.
	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id.	Blanc-jaunâtre.

donnant des enduits métalliques.

Enduit d'iodure $+ AzH^3$.	Enduit de sulfure.	Enduit de sulfure $+ Am^2S$.	Coloration de la flamme.	Nature de l'élément.
Disp.	Noir ou noir-brunâtre	Disp. passag.	Vert	Te
Ne disp. pas.	Jaune ou orange.	Orange, puis disp. passag.	Bleu-bluet.	Se
Disp.	Orange.	Disp. passag.	Vert pâle.	Sb
Disp.	Jaune-citron	Disp. passag.	Bleu pâle.	As
Rouge-aurore à jaune, brun à l'état sec.	Brun d'ombre bord brun café.	Ne disp. pas.	Bleuâtre non caractéristique.	Bi
Disp. passag.	Noir.	Id.	—	Hg
Ne disp. pas.	Noir, bord gris-bleuâtre.	Id.	Vert-pré.	Tl
Disp. passag.	Rouge-brun puis noir.	Id.	Bleu pâle.	Pb
Blanc.	Jaune-citron.	Id.	—	Cd
Blanc.	Blanc.	Id.	—	Zn
Blanc-jaunâtre.	Id.	Id.	Bleu-indigo.	In

Section III. — Analyse spectrale.

(174) *Méthode pour rendre les descriptions des spectres comparables.*

Cette méthode consiste à convertir, à l'aide d'une table, ou mieux d'une courbe, les nombres lus sur l'échelle du spectroscope (numéros) en longueurs d'onde (λ), Pour construire la courbe de correspondance des numéros aux λ, courbe différente pour chaque instrument, on se procurera du papier quadrillé et l'on marquera, sur une ligne horizontale, la position d'un certain nombre de raies bien caractéristiques; chaque millimètre représentera, par exemple, une division du micromètre.

Cela fait, on cherchera dans les tables suivantes les λ correspondant aux raies enregistrées et l'on marquera ces λ de la même manière sur une ligne verticale; chaque millimètre pourra représenter une variation de 1 millionième de millimètre dans la longueur d'onde (1,0 dans nos tables). Il serait préférable, pour obtenir plus de précision dans les mesures, de construire la courbe à plus grande échelle et sur plusieurs feuilles au besoin. Par exemple, une division de l'échelle du spectroscope serait représentée par 2 ou 5 millimètres, tandis qu'une même longueur mesurée sur la ligne verticale correspondrait, suivant la partie du spectre, à 0,5 ou 0,2 des longueurs d'onde exprimées dans nos tables. On indiquera, par un point, l'intersection des lignes horizontale et verticale correspondant au λ et au numéro de chaque raie, puis on réunira tous ces points par une courbe continue.

Voici quelles sont les sources de lumière qui permettent de construire la courbe avec une précision suffisante : étincelle de la bobine, ou mieux de la bouteille de Leyde, éclatant dans l'air entre des pôles de platine; étincelle éclatant entre des pôles de zinc, de zinc mouillé de mercure, d'étain, de plomb, de cuivre, d'alliage monétaire d'argent; flamme du bec Bunsen colorée par des sels de sodium, de lithium, de potassium, de thallium. On achèvera de déterminer la courbe avec précision en intercalant entre les points obtenus ceux que donneront les principales lignes du spectre du fer (métal ou solution).

Dans les lectures de l'échelle, on devra s'attacher à évaluer le 1/4 ou le 1/5 de division.

Les spectres d'étincelle donnés ici se rapportent à deux dispositifs distincts :

1° Etincelle de la bobine, sans condensateur, jaillissant à la surface d'une solution saline, en donnant des spectres « moléculaires » pouvant varier, pour un même métal, avec la nature de la combinaison.

2° Etincelle de la bouteille de Leyde chargée par la bobine, et

jaillissant entre deux pôles formés soit d'un corps simple, soit d'un composé solide ou fondu, minéral ou sel. On a reconnu d'une manière générale qu'avec une condensation suffisante (30 à 50 décimètres carrés par armature pour une bobine donnant de 3 à 5 cm. d'étincelle ordinaire) le composé donne un spectre « élémentaire » de lignes, résultant de la superposition pure et simple des spectres individuels des éléments composants.

Dans les tables suivantes, qui ne contiennent que les principales raies des éléments, *g* indique la gauche d'une bande dégradée vers la droite, c'est-à-dire vers le violet; *d* la droite d'une bande dégradée vers la gauche; *m* le milieu d'une bande diffuse; δ = diffuse; δδ = très diffuse; *f* = faible; ! = vive; !! = très vive, etc.

On se rappellera que les limites des diverses couleurs occupent dans le spectre les positions suivantes :

Limites	Couleur	Limites	Couleur
723 – 647	Rouge.	492 – 455	Bleu.
647 – 585	Orangé.	455 – 424	Indigo.
585 – 575	Jaune.	424 – 397	Violet.
575 – 492	Vert.	397 –	Ultra-violet.

(175). *Raies caractéristiques en* λ (millionièmes de millimètre).

Dressée par M. A. de Gramont.

Air. — *Étincelle condensée.*

	λ		
	660,2		Az
	656,3	!!!	Hα
	648,0		Az
	617,1		O
	594,9		Az
δ	594,2	!!	Az
δ	593,2	!!	Az
β	567,8	!!!	Az
β	566,6	!!!	Az
	553,4		Az
	549,5	!	Az
γ	518,5	!!	Az
γ	517,8	!!	Az
	504,5	!	Az
	502,5		Az
	501,6		Az
α	500,5	!!!	Az
α	500,2	!!!	Az
	486,1	*m f*	Hβ
	480,3		Az
	478,8		Az
	477,9		Az
	470,7		O
	469,8		O
ε	464,9	!	O
ε	464,2	!!	Az
ε	463,0	!!	Az
ε	462,0		Az
ε	461,3		Az
ε	460,6	!	Az
ε	460,0	!	Az
ζ	444,7		Az
ζ	443,4	*m* δδ	Az
ζ	441,8		O
ζ	441,4		O
	434,8		O
	434,0	*m f* δδ	Hγ
	431,8		O
	424,0		Az
	423,0	*m f* δδ	O
	419,0		O
	418,5		O
	413,7		Az
	411,9		O
	410,1	*m f* δ	Hδ
	407,5		O
	407,1		O
	397,0		H

Argon.

Étincelle dans le gaz à la pression ordinaire.

487,9 !

484,7
480,5 !
476,5
473,5
472,5

A basse pression étincelle positive, « spectre rouge ».

705,6
555,7
518,6
420,1
415,9

Étincelle négative condensée, « spectre bleu ».

514,0
506,5
493,8
487,9
442,6
442,2
439,9
434,8
420,1
415,9
.....

ALUMINIUM—*Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

637,1
624,4
623,4
572,2 !
569,5 !
505,6 !
466,2 !
396,1
394,3

Avec *la bobine seule*, bandes cannelées, dégradées à gauche.

508 *d* !
484,5 *d* !

ANTIMOINE—*Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

630,2
612,9 !!!
607,8 !
605,1
600,4 !!
590,9 !
589,4 !
563,8 !
556,7 !
546,3
517,6 !
471,1 !
435,1

ARGENT.

Étincelle dans les solutions d'azotate.

547,2 !
546,5 !!!
520,9 !!
487,4
421,2
405,5

ARSENIC. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

616,9 !
611,0 !
602,1
565,1 !
555,8 !!
549,8 !!
533,2
523,0
510,5
498,4

AZOTE. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.
(Voir AIR.)

Étincelle à faible distance ou dans le gaz raréfié : Bandes dans l'orangé, le bleu et le violet.

678,6 *g*
670,1 *g*
662,2 *g*
654,2 *g*
646,5 *g*
639,2 *g*
632,1 *g* !
624,9 *g* !
618,3 *g*
612,5 *g*
606,6 *g*
601,2 *g*
595,7 *g*
590,5 *g*
585,3 *g* !
580,2 *g* !
575,2 *g*
544,2
540,6 *g*
537,2 *g*
534,0 *g*
.....
497,2 *g*
491,9 *g*
481,3 *g*
472,2 *g*
466,6 *g*
464,9 *g*
457,4 *g*
448,9 *g* !
441,7 *g*
434,6 *g* !!!
427,1 *g* !!
420,3 *g* !
414,4 *g*
409,8 *g*
406,3 *g*
400,2 *g*
395,2 *g*

En outre : *pôle négatif.*

522,7 *g* cannelée
470,9 *g* ! id.
428,1 *g* !! id.

BARYUM.

Étincelle dans les so-

lutions salines et avec la bouteille de Leyde.

649,6
614,1
585,3
577,7
553,6 !
542,5
531,2
524,2 *m* !!!
513,6 *m* !!
493,4
455,3

En solutions étendues ou dans la flamme 553,5!!! et des bandes ombrées vers la gauche et dues à l'oxyde. Principales :

503,1 *d*
586,6 *d*
549,2 *d*

BISMUTH. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

612,9 !
605,7 !
586,2 !
581,6
571,7
545,0 !
527,0 !!
520,8 !!!
514,4 !!!
512,4 !!
499,3 !
472,2 !!!
456,0
430,2
425,9
411,9 !
408,5

Étincelle dans les solutions.

555,2 !
520,8
472,2 !!!
411,8

BORE. — *Étincelle.*

510,3
498,1
496,6
496,4

Étincelle dans les composés haloïdes :

581,0 env.

Acide borique dans la flamme.

580,7
548,0 !!
543,9
519,2 bande δ
494,1 bande δ
472,1

BROME.

Étincelle dans la vapeur, ou bouteille de Leyde dans les bromures fondus.

635,2 !
614,6
582,9
558,9
533,1 !
530,4 !
523,6 !
518,3 !
516,4
505,4
492,9
481,6 !
478,6 !
470,4 !
469,2
436,5
.....

CADMIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

643,8
508,6 !!!
479,9 !!
467,7

Avec la bouteille de Leyde, en plus.

537,9 !!
533,8 !!

CALCIUM,

Étincelle avec la bouteille.

646,0 !!
645,2
643,8 !!
616,2
612,2
560,0 !!
559,4 !!
558,8 !!
445,4 !!
443,5 !!
442,5 !!
422,6 !!
396,8
393,3

Dans les solutions salines.

626,5
620,2 !!!
618,1 !!!
593,3
554,3 *m* !
551,7 *m* !
422,6

Le chlorure de calcium *dans les flammes* donne à peu près le même spectre.

CARBONE.

Selon Angström, les seu-

les raies du carbone sont les suivantes, qu'on obtient, avec les raies de l'oxygène, au moyen d'une forte *étincelle* éclatant dans l'*acide carbonique* :

658,3 !
657,7 !!
.....
564,6
.....
514,4
426,6 !!!

Les bandes ombrées à droite de la base des flammes carbonées et de l'étincelle dans les hydrocarbures (bandes du carbone d'Attfield et Morren) seraient dues selon Angström à l'*acétylène* : en voici les positions :

618,7
611,9
605,6
....
563,3 !! *g*
558,3 ! *g*
553,8 *g*
516,4 !!! *g*
512,8 !! *g*
509,8 *g*
473,6 ! *g*
471,4 *g*
431,1 ! *g*

Enfin les tubes de Geissler remplis d'*oxyde de carbone* donnent les bandes suivantes :

607,8 *g*
560,7 !! *g*
519,7 ! *g*
483,4 *g*
450,9 *g*

CÉRIUM.

Fortes étincelles éclatant sur le chlorure.

551,1
540,9
539,2
535,2 !
527,3 !
471,3
462,8 !
457,3 !
456,2 !! double
452,7 !! double
447,1
446,0 !
441,9
439,1
429,6
428,9 .....

CÉSIUM.

Sels dans la flamme.

697,4
673,3
621,3
601,0
459,3 !!
456,5 !!!

CHLORE. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde dans les chlorures fondus.

545,6
544,3
542,3
539,2
522,0
521 6 !
510,3
507,7
491,6
490,3 !
489,7 !
482,0 !!
481,0 !!
479,4 !!
478,1

CHROME.

Étincelle dans les solutions salines.

520,7 !!!
429,0
427,5
425,4 !

COBALT.

Étincelle dans les solutions salines et avec la bouteille de Leyde.

548,3
535,3 !!
534,0
527,9
526,5 !!
521,2 !
486,8 !!
484,0
481,4 !!
479,2 !
478,0 !
453,0

CORONIUM.

Raie vue seulement dans l'atmosphère solaire (couronne).

531,6

CUIVRE. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

578,2
570,0 !
529,2
521,8 !!!
515,3 !!

510 !!!
....
465,1 !
427,5

L'étincelle dans les solutions salines donne surtout

521,8 !!!
510,5 !!

Le *chlorure dans le gaz* donne de belles bandes bleues à double dégradation vers la gauche, avec

550,6 !!!
543,9 !
538,5 !!
526,0 *d* !

DIDYME.

(Voyez LANTHANE.)

ERBIUM.

Fortes étincelles dans la solution de chlorure.

582,6
525,6
495,1
489,9
467,7
460,5

FER.

Étincelle dans les solutions de chlorure et avec la bouteille de Leyde.

537,0
532,8 !!!
527,0 !!!
526,7
523,2 !!!
519,2
516,8
513,9
495,8 !!
492,0 !!
489,1
487,7
440,7 !
438,3 !
432,6 !!
431,5 !!
430,7 !!
427,1 !!
426,1 !!
407,2

ÉTAIN.

Étincelles fortes dans solutions concentrées.

645,2
579,8
563,2 !
.....
452,5 !!

Avec la *bouteille de Leyde,* les raies suivantes gagnent beaucoup en éclat :

558,9 !!
556,2 !!
458,4

De même avec le métal.

FLUOR.

Étincelle dans les composés volatils du fluor.

691,0 env.
687,5
685,5
677,0 ! env.
640,5 !
634,0 env.
623,0 env.

GADOLINIUM.

Étincelle dans le chlorure.

.....
572,3
570,5
566,9
492,9
490,8
488,8
479,3
463,3
461,7
446,7

GALLIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

417,1 !
403,2

GERMANIUM.

Étincelle.

602,0 !!
589,1 !!

GLUCINIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

457,2
448,8

HÉLIUM.

Étincelle dans le gaz.

587,6 !!
501,6 ! P[1]
492,2 P[1]
471,3
447,1 !
438,8 P[1]
402,6 !

[1] P = Par-Hélium de Runge et Paschen.

HYDROGÈNE.

Voir à AIR et RAIES C, F, K de Fraunhofer.

Indium.

Sels dans la flamme ou étincelle dans les solutions.

619,3 !!
609,5
582,0
564,4
525,0 !!
468,1
465,6
463,7
451,0 !!!
410,1 !
407,2
406,3
403,3
.....

Iode.

Étincelle dans la vapeur, ou avec bouteille de Leyde dans les iodures fondus.

612,6 !
608,5
607,6
595,0
577,5
576,0
573,7
570,9
567,7
562,6 !
549,8 !
546,5 !
543,6
540,3 !
534,3
533,6
524,5
516,1 !!
.....

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche, du rouge au bleu.

Iridium et Ruthénium.

634,7 } ?
544,9 }
529,9

Lanthane et Didyme.

Fortes étincelles dans les chlorures.

545,4 *f* La
530,3 *f* La
518,7 La
518,2 La !
512,95 Di *f*
494,4 Di
492,1 La !
490,1 Di
489,9 La !
488,25 Di
469,1 La
466,3 La !
466,1 La
465,4 La
462,0 La
457,95 La !
455,75 La !
452,5 La !
443,0 La !
438,25 La !
435,4 La !
433,0 La !
429,5 La !
428,6 La !
426,8 La
419,6 La
415,15 La
412,1 La
408,16 La
407,65 La

Lithium.

Sels dans la flamme.

670,8 !!!!
610,4

Étincelle dans les solutions salines.

670,8 !
610,4 !!
460,3

Magnésium.

Étincelle dans les solutions salines.

552,7
518,4 !!
517,3 !
516,7 !

En outre avec le métal :

448,1

Manganèse.

Étincelles courtes dans la solution du chlorure.

602,1 !!
601,6 !!
601,2 !!
482,3 !!!
478,3 !!
476,5 !!
476,1 !!
475,3 !!
447,2 !!
441,4 !
423,5 !
422,7
403,2

Les *étincelles plus longues* donnent en outre de belles bandes dégradées à gauche. Les plus visibles sont :

558,7 !! *d*
536,0 ! *d*

On obtient les mêmes bandes *dans le gaz* avec traces de

403

Mercure.

Étincelles dans les solutions ou sur le métal.

615,1 !!

588,8
579,0 !!!
576,8 !!!
567,8 !
546,0 !!!
491,6 *f*
435,8 !!
407,8
404,7 !!
398,2

MOLYBDÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure, ou avec la bouteille de Leyde.

602,9 !
588,7 !
585,7
556,9 !!
553,1 !!
550,5 !
427,7 !
414,4 !
407,0 !

NIOBIUM.

Étincelles (procédé Demarçay) dans le fluorure.

431,1
416,8
416,5
416,4
415,3
414,0
412,4 !
410,1 !!
408,0 !!
405,9 !!

NICKEL.

Étincelles dans les solutions salines, ou avec la bouteille de Leyde.

547,6 !!!
.....
508,1 !!
503,6
501,7
498,4
490,4
486,7
471,5 !
440,2

OR.

Étincelle assez courte dans le chlorure concentré, ou avec la bouteille de Leyde.

627,8 !!
583,7 !!!
565,6
523,0 !
506,5
479,3 !

Avec forte étincelle.

479,3 !!!

Le chlorure d'or *dans le gaz* donne de belles bandes dégradées à gauche, dont les plus visibles sont :

530,0 !! *d*
520,0 ! *d*

OSMIUM. — *Étincelle.*

.....
442,2
426,0

OXYGÈNE. (Voy. AIR.)

PALLADIUM.

Étincelle dans la solution de chlorure.

569,4
566,8
561,8
554,6 !
539,4
529,4 !!!
516,3 !!
511,4 double
421,3

PHOSPHORE.

Étincelle dans la vapeur, ou avec bouteille de Leyde dans les sels fondus.

604,2 !!
603,4
602,5 !!
.....
549,8
542,3
540,9 !
538,5 !
534,0 !
531,1 !
529,2 !
.....
525,0 !!
460,3 !!
458,9 !!

L'*hydrogène* entraînant des traces de phosphore brûle avec une flamme dont le noyau vert fournit les bandes :

560,5 ! *m δ*
526,3 !!! *m δ*
510,6 !! *m δ*

PLATINE.

Étincelle assez courte dans le chlorure.

584,5
547,8 !!!
547,6
539,0
536,8
530,2 !!
522,6 !
505,9 !
455,4
452,1

449,8
444,2

Dans le gaz le chlorure de platine donne de belles bandes pendant un instant.

PLOMB.

Étincelle dans l'azotate concentré.

600,2
520,1
500,5 !!
405,8 !!!

Avec le métal et la *bouteille de Leyde* on a en outre :

560,7 !!
537,3 !!
438,6 !!
424,6 !!

POTASSIUM.

Sels dans la flamme.

769,9 } !!!
766,5 }
404,7 }
404,4 }

A une très haute température, ou avec l'étincelle et le sel fondu, on a en outre :

693,9 }
691,1 }
583,2
580,2
578,3
535,9
534,0
482,9
426,4
418,5

RUBIDIUM.

Sels dans la flamme.

780,0

629,8
421,6 !!
420,2 !!!

SAMARIUM. — *Étincelle*

551,5
545,2
527,1
520,0
511,7
504,4
488,3
484.1
481,5
475,9
472,8
470,3
445,4
445,2
443,3 !
442,4 !
439,0

SCANDIUM. — *Étincelle.*

630,4 !
621,0
611,5
607,9 !
607,1
606,4
603,7 !
569,9
568,6
567,1
565,6
552,6 !!
523,9
503,0 !
466,9
441,5 !
440,0 !
437,4 !
432,4 !
432,0 !
431,4 !
424,8 !

SÉLÉNIUM.

Étincelle dans la vapeur.

530,4 !!
527,0 !!
525,2 !!
522,6 !
517,5 !
514,3 !
509,6 double
506,8
499,2
484,3 double

SILICIUM.

Étincelle entre des pôles de silicium.

636,5 !
634,1 !!
598,1 !
595,9
505,6
504

Étincelle dans le chlorure et le fluorure.

436,9 !
413,1 !!
412,8 !

SODIUM.

Sels dans la flamme ou l'étincelle.

589,5 } !!!
588,9 }

L'étincelle avec le métal ou le sel fondu donne en outre :

616,1 } !!
615,4 }
568,8 }
568,2 }
515,4 }
514,9 }

498,3 }
497,8 }

Soufre.

Étincelle dans la vapeur, ou bouteille de Leyde dans les sulfures et les sulfates fondus.

631,9
630,8 !
629,0 !
567,2
565,1
564,2
560,7
550,8 !
545,2 !!
543, 4 !!
542,9 !!
534,2 !!
532,0 !!
521,9
521,2 !
520,1 !
503,2
502,1
492,5

A une *faible pression*, l'*étincelle* donne des bandes dégradées vers la gauche; les plus brillantes sont :

524,8 *d*
519,2 *d*
508,9 *d*
503,7 *d*
484,2 *d*
465,1 *d*
460,7 *d*
448 *d* milieu
....

Strontium.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

662,7 *g* !
649,7 *g*
636,4 *g* !!
624,3 *gδ*
605,8 *d* !!!
603,1 *mδ* !
460,7 !
421,5

Dans la *flamme*, le chlorure de strontium donne le même spectre avec

460,7 !!

et s'il y a beaucoup de chlorure non décomposé,

635,0 *m* !!!

Tantale.

Fortes étincelles dans le chlorure.

600 ! env.

Tellure.

Fortes étincelles dans la vapeur ou bouteille de Leyde dans les tellurures.

643,7 !
597,3 !
593,5
575,5 !
570,7 !
564,7 !
557,5
544,8

Thallium.

Étincelle ou flamme.

535,1 !!!!

Dans la flamme, on a en outre :

568,0 traces.

Thorium.

Fortes étincelles dans le chlorure.

439,2 !
438,1 !
428,1 !
427,7

Titane.

Fortes étincelles dans le chlorure et bouteille de Leyde dans les oxydes.

625,7 !!
597,8
596,5
595,2
589,9
586,5
567,4
566,1
564,3
551,4
551,2
533,7
529,7
528,3
522,3
520,9 !
519,2
512,9
512,0
506,4
503,6
501,3
500,7
499,9
499,0
498,1
488,4
480,4
475,8 double.
465,6
463,9
457,2
455,0

453,6
453,3
452,6
450,1
446,8
444,3
442,7
439,5
417,2
416,4
. . .

TUNGSTÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

551,3 !
549,1
522,3 !
505,3 !
488,7
484,2 !
430,2 !
429,5 !
426,9
410,3
407,4 !
407,0
401,5
400,0 !!

URANIUM

Fortes étincelles dans le chlorure.

552,7
549,3
548,1
547,9
547,7
457,4
544,3 *f*
434,2
467,2
434,0

VANADIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

611,9
608,9
603,9
572,5
569,7 *f*
459,4 !
445,9 *f*
440,8 !!
438,9 *f*
438,4
437,9 !!
411,1

YTTERBIUM. — *Étincelle.*

622,1
555,5
547,6
535,2
534,6
533,4
478,5
512,25
508,75 !
490,0 !
488,1 !
485,4 !
478,5 *f*
464,3
442,2
437,4 !
430,9 !
417,65

YTTRIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

619,05 !
613,1 !
600,25
598,65 !
597,05 !
566,2 !
552,65
549,6 !
546,6
540,2 !
520,5 !
519,95 !

ZINC.

Étincelles dans les solutions salines.

636,1 !!
481,0 !!!
472,1 !
467,9

Entre des pôles de *métal*, on a en outre :

610,2 !!
602,3
492,3 ! δ
491,1 ! δ

ZIRCONIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

614,0
612,7
481,5
477,1
473,8
471,0
468,9
416,1
415,7 *f*
414,9 *f*
408,1
407,3
399,9

Raies de Fraunhofer.

Longueurs d'onde en unités d'Angström (dix-millionième de millimètre), d'après les dernières mesures de Rowland.

	λ.	Attribution chimique.		λ.	Attribution chimique.
A	7594,05	O	K	3933,80	Ca
B	6867,46	O	L	3820,56	Fe
C	6563,05	H	M	3727,76	Fe
D_1	5896,15	Na		3727,20	Fe
D_2	5890,18	Na	N	3581,34	Fe
E	5270,53	Fe	O	3441,13	Fe
	5270,44	Ca	P	3361,30	Fe
	5269,72	Ca	Q	3286,87	Fe
b_1	5183,79	Mg	R	3181,40	Ca
b_2	5172,87	Mg		3179,45	Ca
b_3	5169,21	Fe	*r*	3144,58	Fe
	5169,06	Fe	S_1	3100,77	Fe
b_4	5167,68	Fe	S_2	3100,41	Fe
	5167,50	Mg		3100,06	Fe
F	4861,49	H	*s*	3047,72	Fe
G	4308,07	Fe	T	3021,19	Fe
	4307,90	Ca		3020,75	Fe
h	4101,87	H	*t*	2994,54	Fe
H	3968,62	Ca	U	2947,99	Fe

Section IV. — Analyse des gaz.

(176) *Quelques réactions des gaz, applicables à leur séparation.*

Oxygène	Absorbé par les pyrogallates alcalins, le phosphore et le chlorure cuivreux.
Chlore	Soluble dans l'eau. Absorbé par le mercure.
Azote	Insoluble dans les dissolvants. Au rouge, s'unit au titane, au magnésium, etc.
Acides : chlorhydrique, bromhydrique, iodhydr.	Absorbés par l'eau, la potasse, ou le borax pulvérulent.
Hydrogène sulfuré	Soluble dans l'eau, la potasse. Absorbé par le sulfate de cuivre ou l'acétate de plomb humide. Attaqué par le brome et par l'acide sulfurique concentré.
Acide sulfureux	Très soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou le bioxyde de plomb sec.
Ammoniaque	Très soluble dans l'eau. La solution bouillante perd tout son gaz.
Méthylamine, éthylamine.	Comme l'ammoniaque.
Cyanogène	L'eau en absorbe 4 1/2 vol., l'alcool 23 vol. Se combine à chaud avec le potassium.
Protoxyde d'azote	Détone avec son vol. d'hydrogène et fournit son vol. d'azote; soluble dans l'alcool.
Bioxyde d'azote	Soluble dans le brome et très peu soluble dans l'acide sulfurique. Absorbé par la solution de sulfate ferreux.
Hydrogène phosphoré	Absorbé lentement par les solutions de sulfate de cuivre. Attaqué par le brome et l'acide sulfurique fumant.
Acide carbonique	Soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou par la chaux sodée.
Sulfure de carbone	Absorbé par la potasse imbibée d'alcool.
Acide cyanhydrique	Absorbé par l'oxyde de mercure.
Chlorure de cyanogène	L'eau en dissout 25 volumes, l'alcool davantage. Absorbé par la potasse.
Chlorure de méthyle	Soluble dans 1/4 de son volume d'eau. Très soluble dans l'alcool.
Éther méthylique	L'eau en absorbe 32 vol. à 10°; très soluble dans l'alcool. Sol. dans l'ac. sulfurique.
Hydrogène silicié	1 vol. donne avec potas. 4 vol. d'hydrogène.
Fluorure de silicium	Absorbé par l'eau avec dépôt de silice gélatineuse.
Chlorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse.
Fluorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse. Carbonise le papier; colore les flammes en vert.

(177) *Caractères eudiométriques de quelques gaz carbonés* (Berthelot).

Noms des gaz. (1 volume.)	O consommé.	CO^2 produit.	Contraction après absorpt. de CO^2	Alcool absolu.	Cu^2Cl^2 ammoniacal.	Brome.	Acide sulfurique. Ordinaire.	Acide sulfurique. Fumant.	Eau.
Hydrogène....	1/2	»	1 1/2	insoluble.	insoluble	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Oxyde de carbone [1].......	1/2	1	1 1/2	insoluble.	diss. 20 v. de gaz.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Gaz des Marais (Méthane)....	2	1	3	diss. 1/2 vol. de gaz	très-peu soluble.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	dis. 1/25 de vol.
Éthane......	3 1/2	2	4 1/2	diss. 1 1/2 v.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Propane.......	5	3	6	dis. 6 vol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Butane........	6 1/2	4	7 1/2	très-sol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Éthylène......	3	2	4	ass. sol.	ass. sol.	absorbe.	ab. t.-lent.	absorbe.	peu sol.
Propylène......	4 1/2	3	5 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Butylène......	6	4	7	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Amylène (Vap.).	7 1/2	5	8 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Acétylène......	2 1/2	2	3 1/2	dis. 6 vol. de gaz	abs., précipité rouge	absorbe.	abs. lent.	absorbe.	soluble (1 v.).
Allylène......	4	3	5	très-sol.	abs. pr. j.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	soluble.
Alcool (Vap.)...	3	2	4	»	soluble.	très-sol.	très-sol.	très-sol.	très-sol.
Ether (Vap.)....	6	4	7	très-sol.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.
Benzine (Vap.) [2].	7 1/2	6	8 1/2	soluble.	»	»	»	soluble.	insol.

[1] Très-lentement soluble dans les alcalis (Formiates).
[2] Absorbé par l'acide nitrique fumant (Nitrobenzine).

Section V. — Analyse quantitative.

(178) *Facteurs pour le calcul des analyses.*

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Aluminium	Alumine Al^2O^3	Al^2	0,53399	0,53004
Ammonium	Chlorure d'ammonium AzH^4Cl	AzH^3	31857	31866
	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2 PtCl^6$	AzH^3	07646	07687
	Platine Pt	AzH^3	17303	17509
Antimoine	Oxyde d'antimoine Sb^2O^3	Sb^2	83366	83321
	Antimoniate d'antimoine Sb^2O^4	Sb^2	78986	78933
	Sulfure d'antimoine Sb^2S^3	Sb^2	71428	71373
Argent	Chlorure d'argent AgCl	Ag	75271	75271
	Cyanure d'argent AgCAz	Ag	80560	80560
	Oxyde d'argent Ag^2O	Ag^2	93099	93099
	Sulfure d'argent Ag^2S	Ag^2	87063	87068
Arsenic	Anhydride arsénieux As^2O^3	As^2	75757	75779
	Anhydride arsénique As^2O^5	As^2	65217	65244
	— — As^2O^5	As^2O^3	86087	86097
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	As^2	60919	60959
	— — As^2S^3	As^2O^3	80414	80443
	Arséniate ammoniaco-magnés. $Mg,AzH^4AsO^4 + 1/2H^2O$	$1/2\ As^2O^5$	60512	60412
Azote	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	Az^2	06300	06332
	Platine Pt	Az^2	14257	14421
	Anhydride azotique Az^2O^5	Az^2	25986	25987
Baryum	Baryte BaO	Ba	89556	89556
	Sulfate de baryum $BaSO^4$	Ba	58814	58819

Le facteur B est calculé avec la valeur probable des poids atomiques (table 1), le facteur A avec les anciens équivalents.

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Baryum	Sulfate de baryum $BaSO^4$	BaO	0,65673	0,65678
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	Ba	69574	69575
	— — $BaCO^3$	BaO	77688	77688
	Fluosilicate de baryum $BaSiFl^6$	BaO	54871	54731
Bismuth	Oxyde de bismuth Bi^2O^3	Bi^2	89743	89656
	Chromate de bismuth $(BiO)^2Cr^2O^7$	Bi^2O^3	69976	69854
Bore	Acide borique Bo^2O^3	Bo^2	31428	31286
	Fluoborate de potassium $BoKFl^4$	1/2 Bo^2O^3	27748	27613
Brome	Bromure d'argent AgBr	Br	42554	42557
Cadmium	Oxyde de cadmium CdO	Cd	87500	87498
	Sulfure de cadmium CdS	Cd	77737	77742
Calcium	Chaux CaO	Ca	71428	71434
	Sulfate de calcium $CaSO^4$	Ca	29395	29404
	— — $CaSO^4$	CaO	41154	41163
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	Ca	40000	40006
	— — $CaCO^3$	CaO	56000	56004
Carbone	Anhydride carbonique CO^2	C	27273	27273
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	CO^2	44000	43995
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	CO^2	22312	22312
Chlore	Chlorure d'argent AgCl	Cl	24728	24729
	— — AgCl	HCl	25425	25428
	— — AgCl	1/2 Cl^2O^5	52625	52625
Chrome	Oxyde de chrome Cr^2O^3	Cr^2	68587	68475
	Anhydride chromique CrO^3	Cr	52191	52062
	Oxyde de chrome Cr^2O^3	$2CrO^3$	1,31413	1,31525
	Chromate de plomb $PbCrO^4$	CrO^3	0,31053	0,30996
Cobalt	Oxyde de cobalt CoO	Co	78667	0,78594
	Cobalt Co	CoO	1,27119	1,27235
	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	Co	0,38046	0,37948

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Cobalt	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	CoO	0,48364	0,48284
	Azotite de cobalt et de potassium $Co^2O(AzO^2)^4$, $6KAzO^2 + 2H^2O$	CoO	17336	17288
Cuivre	Oxyde cuivrique CuO	Cu	79874	79864
	Oxyde cuivreux Cu^2O	Cu^2	88811	88805
	Sulfure cuivreux Cu^2S	Cu^2	79836	79834
Cyanogène	Cyanure d'argent AgCAz	CAz	19439	19440
Étain	Oxyde stanneux SnO	Sn	88060	88028
	Oxyde stannique SnO^2	Sn	78667	78616
Fer	Oxyde ferreux FeO	Fe	77778	77784
	Oxyde ferrique Fe^2O^3	Fe^2	70000	70007
	— — Fe^2O^3	2FeO	90000	90003
	Sulfure de fer FeS	Fe	63582	63601
Fluor	Fluorure de calcium $CaFl^2$	Fl^2	48718	48853
Hydrogène	Eau H^2O	H^2	11111	11136
Iode	Iodure d'argent AgI	I	54029	54031
	Iodure de palladium PdI^2	I^2	70413	70441
Lithium	Lithine anhydre Li^2O	Li^2	46745	46765
	Phosphate de lithium Li^3PO^4	Li^3	18153	18156
Magnésium	Magnésie MgO	Mg	60000	60358
	Sulfate de magnésium $MgSO^4$	MgO	33313	33516
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	Mg^2	21622	21868
	— — $Mg^2P^2O^7$	2MgO	36036	36231
Manganèse	Oxyde manganeux MnO	Mn	77528	77445
	Oxyde manganoso-manganique Mn^3O^4	3Mn	72125	72029
	— — — Mn^3O^4	3MnO	93031	93007
	Sulfure de manganèse MnS	MnO	81581	81539
Mercure	Mercure Hg	HgO	1,08000	1,07988
	Oxyde mercurique HgO	Hg	0,92593	0,92603

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Mercure	Sulfure mercurique HgS	Hg	0,86179	0,86202
	Chlorure mercureux Hg^2Cl^2	Hg^2	84941	84962
Molybdène	Oxyde de molybdène MoO^2	Mo	75000	75027
Nickel	Oxyde de nickel NiO	Ni	78667	78594
	Sulfate de nickel $NiSO^4$	Ni	38046	37948
	— — $NiSO^4$	NiO	48364	48284
Phosphore	Anhydride phosphorique P^2O^5	P^2	43662	43692
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	P^2	27928	27862
	— — $Mg^2P^2O^7$	P^2O^5	63964	63769
	Phosphate d'argent Ag^3PO^4	1/2 P^2O^5	16954	16981
	Pyrophosphate d'argent $Ag^4P^2O^7$	P^2O^5	23443	23453
	Pyrophosphate d'uranyle $(UO)^4P^2O^7$	P^2O^5	19777	19763
Plomb	Chlorure de plomb $PbCl^2$	Pb	74476	74474
	— — $PbCl^2$	PbO	80235	80233
	Oxyde de plomb PbO	Pb	92823	92822
	Sulfure de plomb PbS	PbO	93273	93279
	Sulfate de plomb $PbSO^4$	Pb	68291	68293
	— — $PbSO^4$	PbO	73572	73575
Potassium	Chlorure de potassium KCl	K	52467	52460
	— — KCl	1/2 K^2O	63192	63185
	Chloroplatinate de potassium K^2PtCl^6	K^2	16039	16109
	— — K^2PtCl^6	2 KCl	30570	30707
	Platine (du chloroplatinate) Pt	K^2	39733	40231
	Potasse anhydre K^2O	K^2	83028	83025
	Azotate de potassium $KAzO^3$	1/2 K^2O	46587	46581
	Sulfate de potassium K^2SO^4	K^2	44895	44893
	— — K^2SO^4	K^2O	54072	54072
Silicium	Silice SiO^2	Si	46667	46729
	Fluosilicate de potassium K^2SiFl^6	H^2SiFl^6	65374	65493

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Sodium	Chlorure de sodium NaCl	Na	0,39390	0,39404
	— — NaCl	$1/2Na^2O$	53066	53075
	Soude anhydre Na^2O	Na^2	74229	74241
	Sulfate de sodium Na^2SO^4	Na^2	32418	32435
	— — Na^2SO^4	Na^2O	43676	43689
	Carbonate de sodium Na^2CO^3	Na^2	43442	43458
	— — Na^2CO^3	Na^2O	58524	58536
Soufre	Sulfate de baryum $BaSO^4$	S	13750	13744
	— — $BaSO^4$	SO^3	34326	34322
	— — $BaSO^4$	H^2SO^4	42043	42041
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	S^3	39080	39041
	— — As^2S^3	$3H^2S$	41517	41483
	Anhydride sulfurique SO^3	SO^2	80019	80015
	— — SO^3	S	40056	40045
	Acide sulfurique H^2SO^4	SO^3	81647	81640
Strontium	Strontiane SrO	Sr	84541	84544
	Sulfate de strontium $SrSO^4$	Sr	47664	47674
	— — $SrSO^4$	SrO	56380	56389
	Carbonate de strontium $SrCO^3$	SrO	70169	70173
Thallium	Iodure thalleux TlI	Tl	61659	61682
	Chloroplatinate de Thallium Tl^2PtCl^6	Tl^2	49894	50054
Titane	Anhydride titanique TiO^2	Ti	60976	61154
Tungstène	Anhydride tungstique TuO^3	Tu	79310	79316
Urane	Oxyde uraneux UO	U	88235	88253
	Oxyde uranoso-uranique U^3O^4	U^3	84906	84927
Vanadium	Anhydride vanadique V^2O^5	V^2	56188	56154
Zinc	Oxyde de zinc ZnO	Zn	80247	80342
	Sulfure de zinc ZnS	Zn	66958	67102
	— — ZnS	ZnO	83441	83520

(179) *Facteurs pour analyses de chimie biologique.*

Corps trouvé.	Corps cherché.	Facteur.	Logarithme.
Platine Pt................	urée	0,3050	$\bar{1}$,48430
Chloroplatinate d'ammonium $2AzH^4Cl.PtCl^4$............	urée	0,1347	12937
Carbonate de baryum $BaCO^3$	urée	0,3047	48387
Chlorure de zinc et de créatinine $(C^4H^7Az^3O)^2,ZnCl^2$..	créatinine	0,6247	79567
Fer Fe....................	hémoglobine	232,5	2,36642

(180) *Calcul des analyses organiques.*

Poids de l'eau divisé par 9 ou multiplié par 0,1111 = hydrogène;

Poids de l'acide carbonique multiplié par $\frac{3}{11}$ ou par 0,2727 = carbone.

Nota. — Le chlorure de calcium doit être absolument neutre; la potasse du tube de Liebig doit avoir pour densité 1,45.

(181) *Dosage de l'azote en volume.*

Soit V le volume de l'azote mesuré à la pression p et à la température t de la cuve à eau; m la tension maxima de la vapeur d'eau à la température t (table **28**), g le poids de 1 cent. cube d'azote $= 0^{gr},00125562$[1]; on a pour le poids de l'azote :

$$\frac{V(p-m)}{760(1+0,00367\,t)}\,g, \quad \text{ou} \quad m = V(p-m)\,n.$$

(182) *Table des valeurs de n.* (Voyez le § **181**.)

t^0	n	t^0	n	t^0	n
	0,00000		0,00000		0,00000
0°	16529	11°	15888	22°	15294
1	16468	12	15832	23	15242
2	16409	13	15776	24	15191
3	16349	14	15721	25	15140
4	16290	15	15667	26	15089
5	16231	16	15612	27	15039
6	16173	17	15558	28	14989
7	16115	18	15505	29	14939
8	16057	19	15452	30	14890
9	16000	20	15399	31	14841
10	15944	21	15346	32	14792

1. Cette valeur doit être portée à 0,00125647 (Crafts).

(183) *Table pour le calcul des dosages d'azote* (A. COMBES).

Cette table donne le poids en milligrammes d'un centimètre cube d'azote, mesuré sur l'eau, d'après la formule (voyez table **181**)

$$a = \frac{(p-m)g}{760(1+0,00367t)},$$

en multipliant par V, volume d'azote mesuré, la valeur de a correspondant à $p - m$ et t fournie par la table, on a le poids de l'azote.

Les valeurs de a ont été calculées pour les valeurs de $p-m$ variant de 700 à 778^{mm}, et entre la température de 10° et celle de 25°. On a pris pour valeur de g le poids du centimètre cube d'azote *chimique* à 0° et 760 d'après les dernières déterminations de Lord Rayleigh et W. Ramsay, soit 0^{gr},0012511.

N. B. — Cette table remplace celle de Dietrich qui a figuré jusqu'à cette année (1896) dans l'Agenda, et qui était insuffisamment étendue et gravement inexacte.

t.	700	702	704	706	708	710	712	714
10°	1,1115	1,1147	1,1179	1,1211	1,1242	1,1274	1,1306	1,1338
11	1076	1108	1139	1171	1203	1235	1266	1298
12	1037	1069	1100	1132	1164	1195	1226	1258
13	0999	1030	1061	1093	1124	1156	1187	1219
14	0960	0991	1023	1054	1085	1117	1148	1179
15	0922	0953	0984	1016	1047	1078	1109	1140
16	0884	0915	0946	0977	1009	1040	1071	1102
17	0847	0878	0909	0940	0971	1002	1033	1064
18	0809	0840	0871	0902	0933	0964	0995	1026
19	0772	0803	0834	0864	0895	0926	0957	0988
20	0735	0766	0797	0827	0858	0889	0919	0950
21	0699	0729	0760	0790	0821	0852	0882	0913
22	0662	0693	0723	0754	0784	0815	0845	0875
23	0626	0657	0687	0717	0748	0778	0808	0839
24	0590	0621	0651	0681	0712	0742	0772	0802
25	0555	0585	0615	0645	0676	0706	0736	0766

t.	716	718	720	722	724	726	728	730
10°	1,1369	1,1401	1,1433	1,1465	1,1496	1,1528	1,1560	1,1592
11	1330	1362	1393	1424	1456	1488	1519	1551
12	1290	1321	1353	1384	1416	1447	1479	1510
13	1250	1281	1313	1344	1376	1407	1438	1470
14	1211	1242	1273	1305	1336	1367	1399	1430
15	1172	1203	1234	1265	1297	1328	1359	1390
16	1133	1164	1195	1226	1257	1288	1319	1350
17	1094	1125	1156	1187	1218	1249	1280	1311
18	1056	1087	1118	1149	1180	1211	1242	1272
19	1018	1049	1080	1111	1141	1172	1203	1234
20	0981	1011	1042	1073	1103	1134	1165	1195
21	0943	0974	1004	1035	1066	1096	1127	1157
22	0906	0937	0967	0998	1028	1058	1089	1119
23	0869	0900	0930	0960	0991	1021	1051	1082
24	0833	0863	0893	0923	0954	0984	1014	1044
25	0796	0826	0856	0887	0917	0947	0977	1007

t.	732	734	736	738	740	742	744	746
10°	1,1624	1,1655	1,1687	1,1719	1,1751	1,1782	1,1814	1,1846
11	1583	1615	1646	1677	1709	1741	1772	1804
12	1542	1573	1605	1636	1668	1699	1731	1763
13	1501	1533	1564	1596	1627	1658	1690	1721
14	1461	1492	1524	1555	1586	1618	1649	1680
15	1421	1453	1484	1515	1546	1577	1609	1640
16	1381	1412	1443	1475	1506	1537	1568	1599
17	1342	1373	1404	1435	1466	1497	1528	1559
18	1303	1334	1365	1396	1427	1458	1489	1520
19	1265	1295	1326	1357	1388	1418	1449	1480
20	1226	1257	1287	1318	1349	1379	1410	1441
21	1188	1218	1249	1280	1310	1341	1371	1402
22	1150	1180	1211	1241	1272	1302	1333	1363
23	1112	1142	1173	1203	1234	1264	1294	1325
24	1075	1105	1135	1165	1196	1226	1256	1286
25	1037	1068	1098	1128	1158	1188	1218	1248

t.	748	750	752	754	756	758	760	762
10°	1,1878	1,1909	1,1941	1,1973	1,2005	1,2036	1,2068	1,2100
11	1836	1868	1899	1931	1963	1995	2026	2057
12	1794	1826	1857	1889	1920	1952	1983	2015
13	1753	1784	1816	1847	1878	1910	1941	1973
14	1712	1743	1774	1806	1837	1868	1900	1931
15	1671	1702	1733	1765	1796	1827	1858	1889
16	1630	1661	1692	1723	1754	1785	1817	1848
17	1590	1621	1652	1683	1714	1745	1776	1807
18	1550	1581	1612	1643	1674	1705	1736	1767
19	1511	1542	1572	1603	1634	1665	1695	1726
20	1471	1502	1533	1563	1594	1625	1655	1686
21	1432	1463	1494	1524	1555	1585	1616	1646
22	1394	1424	1454	1485	1515	1546	1576	1607
23	1355	1385	1416	1446	1476	1507	1537	1568
24	1317	1347	1377	1407	1438	1468	1498	1528
25	1279	1309	1339	1369	1399	1429	1460	1490

t.	764	766	768	770	772	774	776	778
10°	1,2132	1,2163	1,2195	1,2227	1,2259	1,2290	1,2322	1,2354
11	2089	2121	2152	2184	2216	2248	2279	2311
12	2046	2078	2109	2141	2172	2204	2236	2267
13	2004	2036	2067	2098	2130	2161	2193	2224
14	1962	1994	2025	2056	2087	2119	2150	2181
15	1921	1952	1983	2014	2045	2077	2108	2139
16	1879	1910	1941	1972	2003	2034	2065	2096
17	1838	1869	1900	1931	1962	1993	2024	2055
18	1798	1828	1859	1890	1921	1952	1983	2014
19	1757	1788	1819	1849	1880	1911	1942	1972
20	1717	1747	1778	1809	1839	1870	1901	1932
21	1677	1707	1738	1769	1799	1830	1860	1891
22	1637	1668	1698	1729	1759	1790	1820	1851
23	1598	1628	1659	1689	1719	1750	1780	1810
24	1559	1589	1619	1650	1680	1710	1740	1771
25	1520	1550	1580	1610	1641	1671	1701	1731

Section VI. — Propriétés des corps.

(184) *Formule et solubilité des principaux composés minéraux.*

La solubilité est indiquée pour l'eau à 15° et à 100°; pour l'alcool, sans signe, vers 15°. Le chiffre donne le poids du sel soluble dans 100 parties de dissolvant. Les chiffres indiqués par les différents observateurs divergent beaucoup; on a choisi ceux qui semblent mériter le plus de confiance. Aq. = H^2O.

i. veut dire insoluble, insoluble dans; — sol. ou s. soluble, soluble dans; — ts. très soluble; — ps. peu soluble; — b. bouillant; — déliq. déliquescent; — déc. décomposé par le dissolvant; — amm. ammoniaque; — ∞ en toutes proportions; — s. glycérine précédé d'un chiffre, soit 20, indique que 20 p. du corps se dissolvent dans 100 p. de glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Alumine	Al^2O^3	103	i.	i.	i.	i. ac.
— hydratée	$Al^2O^3\,3H^2O$	156	i.	i.	i.	ts. ac. et potasse.
Bromure d'aluminium.	Al^2Br^6	535	s.	s.		f. 90°; b. 270°.
Chlorure —	$Al^2Cl^6 + 12$ aq.	484	400	ts.	50 : b. 75	
— — anh.	Al^2Cl^6	266	déc.	déc.	déc.	volat.
Fluorure —	Al^2Fl^6	169	i.	i.	i.	volat.
Iodure —	$Al^2I^6 + 12$ aq.	924	i.	i.	i.	s. acides et alcalis.
Nitrate —	$Al^2(AzO^3)^6 + 15$ aq.	697	s.		s.	f. 185°.
Phosphate —	$(PO^4)^2Al^2$	244	i.	i.	s. ac. et alc.	i. ac. acétique.
Sulfate —	$Al^2(SO^4)^3 + 18$ aq.	677	table 219		tps.	
Alun d'ammoniaque...	$Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	907	table 219		i.	
— de potasse.......	$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	959	table 219			— 18 aq. 60°; anh. r.
— de soude........	$Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	917	110	ts.		— 24 aq. 50°.
Bromure d'ammonium.	AzH^4Br	98	78	ts.	3	0,11 s. éther.
Carbonate —	$(AzH^4)^3H(CO^3)^2$	175	25	déc.	i. déc.	66 s. eau à 65°.
Chlorate —	AzH^4ClO^3	101	ts.	ts.	ps.	
Chlorure —	AzH^4Cl	53	table 219		12	20 s. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chromate d'ammon...	$(AzH^4)^2CrO^4$	152	ts.	ts.		
Bi — —	$(AzH^4)^2Cr^2O^7$	253	9	422		
Fluorure —	AzH^4Fl	37	ts.	ts.	ps.	attaque le verre.
Iodure —	AzH^4I	145	165	ts.	25	0,5 s. éther.
Molybdate —	$Mo^7O^{24}(AzH^4)^6 + 4$ aq.		40	déc.		
Nitrate —	AzH^4AzO^3	80	200	ts.	43 ; b. 88	déc. 170°.
Perchlorate —	AzH^4ClO^4	117	20	déc.	ps.	
Phosphate — bibas.	$(AzH^4)^2HPO^4$	132	20	s.	i.	
Phosphomolybdate —	$(AzH^4)^3PO^4 + (MoO^3)^{10} + 3/2$ aq.	603	0,06	i.		i. acide nitrique.
Sulfate —	$(AzH^4)^2SO^4$	132	table	219.	i.	f. 140°.
Sulfure —	$(AzH^4)^2S$	68	ts.	ts.	s.	
Sulfocyanate —	$AzH^4.CAzS$	76	105	ts.	s.	f. 159°.
Vanadate —	AzH^4VO^3	117	ps.	ts.		
Oxyde d'antimoine....	Sb^2O^3	292	i.	tps.	i.	s. HCl, KHO et ac. tart.
Anhydr. antimonique.	Sb^2O^5	324	i.	i.	i.	
Acide —	$HSbO^3$	171	tps.	tps.	i.	i. amm.; s. KHO et HCl conc.
Trichlor. d'antimoine.	$SbCl^3$	228	déc.	déc.	i.	f. 73° ; b. 230°.
Penta — —	$SbCl^5$	299	déc.	déc.		liquide, dist. déc.
Protosulfure —	Sb^2S^3	340	i.	i.	i.	
Persulfure —	Sb^2S^5	404	i.	déc.		
Oxyde d'argent.....	Ag^2O	232	0,03	tps.	i.	
Arséniate —	Ag^3AsO^4	463	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Bromure —	$AgBr$	188	0,00005	i.	i.	s. amm., KCy, KBr.
Chlorate —	$AgClO^3$	191	20	50	ps.	f. 230°.

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure d'argent....	AgCl	143	0,00064	i.	i.	s. amm., KCy, NaCl, HCl, conc. $Na^2S^2O^3$.
Chromate —	Ag^2CrO^4	332	i.	i.	i.	s. amm., AzO^3H.
Cyanure —	AgCy	134	i.	i.	i.	s. cyanures et amm., i. AzO^3H.
— d'arg. et potass.	$KAgCy^2$	199	12,5	100	4	
Iodure d'argent......	AgI	235	0,0001	i.	i.	0,04 s. am., s. $AgAzO^3$, KI, KCl, NaCl, KCy, HI.
Nitrate —	$AgAzO^3$	170	table	219.	10, b. 25	f. 198°; s. éth. et glyc.
Nitrite —	$AgAzO^2$	154	0,3	s.		déc. 140°.
Phosphate d'argent...	Ag^3PO^4	419	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Pyrophosph. — ...	$Ag^4P^2O^7$	606	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Sulfate — ...	Ag^2SO^4	312	0,5	1,5	i.	s. AzO^3H.
Sulfite — ...	Ag^2SO^3	296	ps.	déc.	i.	s. amm. et sulfit. alc.
Sulfure — ...	Ag^2S	248	i.	i.	i.	
Acide arsénieux......	As^2O^3	198	op. 1,2	11	0,72	s. HCl et glycérine.
— arsénique......	AsH^3O^4, 1/2 aq.	142	16,7	50	ts.	— 1/2 aq. 180°.
Anhydr. —	As^2O^5	230	150		ts.	20 s. glycérine.
Bisulfure d'arsenic....	As^2S^2	214	i	i.	i.	s. AmHS.
Tri — —	As^2S^3	246	0,0001	i.	i.	s. AmHS et Amm.
Baryte anhydre.......	BaO	153	déc.	déc.		
— cristallisée....	BaH^2O^2, 8 aq.	315	table	219.	b., 0,9	— 7 aq. vide; f. 78°.
Bioxyde de baryum anh.	BaO^2	169	i.	déc.		
— — hydr.	BaO^2, 8 aq.	313	ps.	ps.	i.	anh. 130°.
Bromure —	$BaBr^2$, 2 aq.	333	130	200	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Carbonate de baryum.	$BaCO^3$	197	0,0016	0,006	i.	
Chlorate —	$BaCl^2O^6$, aq.	322	table	219.	0,22, b., 3	anh. 120°
Chlorure —	$BaCl^2$, 2 aq.	244	table	219.	0,01 ; b. 0,5	10 s. glyc.; anh. 100°.
Chromate —	$BaCrO^4$	253	i.	i.	i.	s. acides.
Fluorure —	$BaFl^2$	175	ps.	ps.	i.	s. HCl, AzO^3H
Fluosilicate —	$BaSiFl^6$	279	0,01	0,02	i.	0,4 s. ac. nitr. dilué.
Iodure —	BaI^2, 2 aq.	427	ts.	ts.	ts.	
Nitrate —	$BaAz^2O^6$	261	table	219,	tps.	
Nitrite —	$BaAz^2O^4$, aq.	247	ts.	ts.	1,5	
Perchlorate —	$BaCl^2O^8$, 4 aq.	408	ts.	ts.	ts.	— 2 aq. 100°.
Phosphate de bar. tribas.	$Ba^3(PO^4)^2$	601	i.	i.	i.	s. acides.
— — bibas.	$BaHPO^4$	233	i.	i.	i.	s. acides.
— — acide.	$BaH^4P^2O^8$	331	déc.	déc.	i.	s. acides.
Pyrophosphate de bar.	$Ba^2P^2O^7$	448	ps.	ps.	i.	s. acides.
Sulfate —	$BaSO^4$	233	0,0002		i.	
Sulfhydrate —	BaS^2H^2	203	s.	s.	i.	
Oxyde de bismuth.....	Bi^2O^3	464	i.	i.	i.	
Chlorure —	$BiCl^3$	314	i.	i.		s. HCl.
Nitrate —	$Bi(AzO^3)^3$, 5 aq.	486	déc.	déc.		anh. 80°; s. $AzOH^3$.
— basiq. —	$BiAzO^4$	286	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Bi^3P^2O^8$	820	i.	i.	i.	i. AzO^3H.
Sulfate —	$Bi^2(SO^4)^3$	704	s.		i.	
Acide borique........	BoO^3H^3	62	table	219.	b 25	10 s. glycérine.
Oxyde de cadmium...	CdO	128	i.	i.	i.	2 aq. 100°; anh. 260°.
Bromure —	$CdBr^2$, 4 aq.	344	1 06	ts.	30	0,4 s. éther.
Carbonate —	$CdCO^3$	172	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Chlorure de cadmium.	$CdCl^2$, 2 aq.	219	table	219.	ps.	
Iodure —	CdI^2	366	table	219.	102	32 s. éther.
Nitrate —	$Cd(AzO^3)^2$, 4 aq.	308	ts.	ts.	ts.	f. 60⁰ b. 132⁰, — 3 aq.
Sulfate —	$CdSO^4$, 8 aq.	768	72	s.	i.	— 5 aq. 100⁰.
Sulfure —	CdS	144	i.	i.	i.	
Oxyde de calc. (chaux)	CaO	56	hydr.	hydr.	i.	
Hydrate de calcium.	CaH^2O^2	74	0,137	0,075	i.	
Arséniate —	$Ca^3As^2O^8$	398	i.	i.		s. acides.
Arsénite —	$CaHAsO^3$	164	0,03	i.	i.	s. acides et sels amm.
Bromure —	$CaBr^2$	200	140	312	s.	
Carbonate —	$CaCo^3$	100	0,001	0,01	i.	
Chlorure —	$CaCl^2$, 6 aq.	219	table	219.	13 b 70	anh. 200⁰.
Fluorure —	$CaFl^2$	78	0,037		i.	
Fluosilicate —	$CaSiFl^6$	182	i. déc.	déc.	s.	s. acides.
Iodure —	CaI^2	294	200	450	s.	
Nitrate —	$Ca(AzO^3)^2$	164	94	300	s.	s. alcool éthéré.
Phosphate bas. de calc.	$Ca^3P^2O^8$	310	i.	i.	i.	s. acides.
— rétrogradé —	$CaHPO^4$, 2 aq.	172	i.	i.	i.	anh. 120⁰; s. acides et citrate amm.
— acide —	$CaH^4(PO^4)^2$, aq.	252	s.	s.	déc.	
Sulfate de calcium....	$CaSO^4$, 2 aq.	172	table	219.	i.	anh. 170⁰.
Sulfate de cérium	$Ce^2(SO^4)^3$	564	8,3	0,5	i.	+ 5, 6, 8, 9 ou 12 aq.
Oxyde de chrome.....	$Cr^2O^6H^6$, 4 aq.	279	i.	i.	i.	— 4 aq. 100⁰ ; s. ac. et alcalis.
Acide chromique......	CrO^3	100	160	ts.	s. froid.	
— chlorochromique	CrO^2Cl^2	155	déc.	déc.	déc.	liq. b. 118⁰; s. ac. acét.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure chromeux...	$CrCl^2$	123	ts.	ts.	-	absorbe l'oxygène.
— chromique ..	Cr^2Cl^6, 12 aq.	534	s.	s.	s.	
Sulfate —	$Cr^2(SO^4)^3$, 18 aq.	717	120	ts.	s.	— 12 aq. 100°.
Alun chromico-potassique...	$K^2Cr^2(SO^4)^4$, 24 aq.	999	16	50	i.	
Oxyde de cobalt......	CoO^2H^2	93	i.	i.	i.	anh. 100°.
Peroxyde —	Co^2O^3, 3 aq.	220	i.	i.	i.	— aq. 100° ; s. ac.
Arséniate —	$Co^3As^2O^8$, 8 aq.	599	i.	i.	i	
Carbonate —	$CoCO^3$, 6 aq.	227	i.	i.	i.	s. carbonate amm.; — 5 1/3 aq. 25°.
Chlorure —	$CoCl^2$, 6 aq.	238	s.	ts.	s.	— 4 aq. 121°.
Cyanure —	$CoCy^2$	101	i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Co(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	déliq.	ts.	100°	
Nitrite — et potasse	$Co^2K^6(AzO^2)^{12}$, 3 aq.	958	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Co^3P^2O^8$, 2 aq.	403	i.	i.	i.	s. amm. et acides.
Sulfate —	$CoSO^4$, 7 aq.	281	93	65	i.	
Protoxyde de cuivre..	Cu^2O	143	i.	i.	i.	s. amm.
Oxyde cuivrique, hydr.	CuO^2H^2	97	i.	i.	i.	s. hyposulfite Na, anh. 100°.
Bromure —	$CuBr^2$	223	ts.	ts.	s.	
Chlorure cuivreux....	Cu^2Cl^2	198	i.	i.	i.	s. HCl, amm., NaCl.
Chlorure cuivrique....	$CuCl^2$, 2 aq.	170	60	ts.	s. b. 100	s. éther.
Nitrate —	$Cu(AzO^3)^2$, 6 aq.	295	ts.	ts.	ts.	
Sulfate —	$CuSO^4$, 5 aq.	249	table 219.		i.	— 4 aq. 100°, anh. 240°, 30 s. glyc.
— de cuivre amm.	$CuSO^4$, $4AzH^3$, aq.	245	60	déc.	i.	
Protosulfure de cuivre.	Cu^2S	159	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfure de cuivre...	CuS	95	0,0001	i.	i.	
Acide stannique......	SnO^3H^2	168	i.	i.	i.	s. acides.
— métastannique..	$Sn^5O^{11}H^2 + 4$ aq.	540	i.	i.	i.	i. ac. dil.; s. HCl conc.
Protochlorure d'étain.	$SnCl^2$, 2 aq.	225	270	déc.	s.	anh. 100°.
Bichlorure —	$SnCl^4$, 5 aq.	350	ts.	déc.	déc.	anh. table 178.
— d'étain amm.	$(AzH^4)^2SnCl^6$	367	33	déc.		
Protosulfure —	SnS	150	i.	i.	i.	s. HCl conc.
Bisulfure —	SnS^2	182	i.	i.	i.	ppté s. HCl conc.
Protoxyde de fer hyd.	FeH^2O^2	90	0,0006	déc.	i.	s. amm.
Bromure ferreux......	$FeBr^2$, 6 aq.	324	s.	ts.	s.	
Carbonate —	$FeCO^3$.	116	i.	i.	i.	
Chlorure —	$FeCl^2$, 4 aq.	199	140	ts.	s.	
Iodure —	FeI^2, 4 aq.	382	ts.	déc.	s.	ts glycérine.
Nitrate —	$Fe(AzO^3)^2$, 6 aq.	288	s.	déc.		
Phosphate —	$Fe^3(PO^4)^2$, 8 aq.	502	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$FeSO^4$, 7 aq.	278	table 219.		i.	— 6 aq. 140° ; 25 s. gl.
— — amm.	$Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$, 6 aq.	392	17	ts.	i.	56 s. eau à 75°.
Oxyde magnétique....	Fe^3O^4	232	i.	i.	i.	
— ferrique......	Fe^2O^3	160	i.	i.	i.	
Arséniate —	$Fe^2(AsO^4)^2$	390	i.	i.	i.	
Bromure —	Fe^2Br^6	592	s.	s.	s.	
Chlorure —	Fe^2Cl^6, 6 aq.	433	160	ts.	ts.	s. éther et glycérine.
Nitrate —	$Fe^2(AzO^3)^6$, 18 aq.	808	s	s.	s.	
Phosphate —	$Fe^2(PO^4)^2$, 4 aq.	374	i.	i.	i.	s. acides.
Pyrophosphate ferriq.	$Fe^4(P^2O^7)^3$, 9 aq.	908	i.	i.		s. acid. et pyrophosphate de sodium.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfate ferrique.......	$Fe^2(SO^4)^3$, 9 aq.	562	s.	s.	s.	
Alun ferrico-potassique	$Fe^2K^2(SO^4)^4$, 24 aq.	1006	20	ts.	i.	
— ammonique...	$Fe^2(AzH^4)^2(SO^4)^4$, 24 aq.	964	33	ts.	i.	
Acide iodique	IO^3H	176	s.	ts.	s.	
— periodique......	IO^6H^5	228	ts.	ts.		f. 130°.
Hydrate de lithium...	LiOH	24	s.	s.	i.	
Bromure — ...	LiBr	87	143	270	ts.	
Carbonate — ...	Li^2CO^3	74	0,77	0,78	i.	
Chlorure. — ...	LiCl	42	82	146	s.	s. éther.
Iodure — ...	LiI	134	150	480		s. alcool éthéré.
Nitrate — ...	$LiAzO^3$	69	75	226		
Phosphate — ...	Li^3PO^4, aq.	134	0,039		i.	anh. 100°; s. 0,025 eau ammon.
Sulfate — ...	Li^2SO^4, aq.	128	42	36	tps.	
Oxyde de magnésium.	MgO	40	i	i.	i.	
Hydrate —	MgH^2O^2	58	0,02	i.	i.	
Arséniate — amm.	$Mg(AzH^4)AsO^4$, 1/2 aq.	190	0,02	i.	i.	0,006 eau ammon.
Carbonate — bas.	$MgH^2O^2, 4MgCO^3$, 6 aq.	502	0,01	0,1	i.	
Chlorure —	$MgCl^2$, 6 aq.	203	160	370	table 219c.	
Phosphate —	$MgHPO^4$, 7 aq.	246	0,3	déc.		— 4 aq. 100°; an. 176°
— — amm.	$MgAzH^4PO^4$, 6 aq.	245	0,02	i.	i.	i. eau ammon.
Pyrophosphate de mag.	$Mg^2P^2O^7$, 5 aq.	312	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate de magnésium.	$MgSO^4$, 7 aq.	250	table 219.		i.	
Protoxyde de manganèse.	MnO	71	i.	i.	i.	
Sesquioxyde —	Mn^2O^3	158	i.	i.	i.	
Bioxyde —	MnO^2	87	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Oxyde de mang. interm.	Mn^3O^4	329	i.	i.	i.	
Carbonate de mangan.	$MnCO^3$	115	0,01	i.	i.	
Chlorure —	$MnCl^2$, 4 aq.	198	150	620	200	
Nitrate —	$Mn(AzO^3)^2$, 6 aq.	287	ts.	ts.	s.	
Sulfate —	$MnSO^4$, 4 aq.	223	110	146	i.	plus s. à 60° qu'à 100°
Oxydule de mercure..	Hg^2O	416	i.	i.	i.	
Bromure mercureux..	Hg^2Br^2	560	i.	i.	i.	
Chlorure —	Hg^2Cl^2	471	i.	déc.	i.	i. éther.
Chromate —	$4Hg^2O, 3CrO^3$		i.	déc.		
Iodure —	Hg^2I^2	654	0,04		i.	
Nitrate —	$Hg^2(AzO^3)^2$, 2 aq.	560	s.	déc.		
Sulfate —	Hg^2SO^4	496	i.		i.	
Bioxyde (oxyde mercurique).	HgO	216	0,005	ps.		
Bromure —	$HgBr^2$	360	0,4	4	s.	s. éther.
Chlorure mercur. (Sub. Cor.).	$HgCl^2$	271	table	219.	33, b. 90	25 s. éther.
Cyanure —	$HgCy^2$	252	12	53	5, b. 20	27 s. glycérine.
— de merc. et potas.	K^2HgCy^4	382	22		s.	
Iodure —	HgI^2	454	0,6		0,8, b. 8	1,3 s. éther; s. KI, $HgCl^2$, $HgCy^2$, etc.
— — et potass.	$KHgI^3$, I 1/2 aq.	647	s.	déc.	s.	s. éther.
Nitrate mercurique...	$Hg(AzO^3)^2$, 1/2 aq.	333	ts.			
Sulfate —	$HgSO^4$, aq.	314	déc.			anh. 100°.
— — basiq.	$2HgO,HgSO^4$	728	0,005	0,16	i.	
Sulfure —	HgS	232	i.	i.	i.	
Acide molybdique....	MoO^3	144	0,2	0,5	i.	
Chlorure de molybdène	$MoCl^5$	269	s.		s.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Sulfure de molybdène.	MoS^2	160	i.	i	i.	
Oxyde de nickel.....	NiO	75	i.		i.	
Sesquioxyde —	Ni^2O^3, 2 aq.	203	i.		i.	s. ammon. déc.
Chlorure —	$NiCl^2$, 6 aq.	238	50	s.	s.	
Cyanure —	$NiCy^2$, 1 1/2 aq.		i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Ni(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	50	ts.	s.	
Phosphate —	$Ni^3P^2O^8$, 7 aq.	493	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$NiSO^4$, 7 aq.	281	68	ts.	i.	— 4 aq. 100°.
— — amm.	$(AzH^4)^2Ni(SO^4)^2$, 6 aq.	395	8	40	i.	i. sol. sat. sulf. amm.
Peroxyde d'or hydr...	AuO^3H^3	247	i.	i.	i.	anh. air sec.
Perchlorure d'or neutre	$AuCl^3$	303	s.	s.	s.	
— — acide.	$AuCl^4H$, 3 aq.	393	s.	s.	s.	s. éther.
— — et pot.	$AuKCl^4$, 2 aq.	413	ts.	ts.	s.	
— — et sod.	$AuNaCl^4$, 2 aq.	397	s.	s.	s.	
Protocyanure d'or....	$AuCy$	222	i.	i.	i.	
— d'or et potas.	$AuKCy^2$	287	14	200	ps.	
Percyanure d'or acide.	$AuCy^4H$, 6 aq.	409	ts.	ts.	ts.	ts. éther; f. 50°.
— — et pot.	$AuKCy^4$	339	ts.	ts.	i.	
Acide osmique.......	OsO^4	263	s.		s. déc.	volatil.
Chlorure de palladium	$PdCl^2$, 2 aq.	213	s.	ts.	s.	
Iodure —	PdI^2	360	i.	i.	i.	ps. ac. iodhydrique.
Acide phosphoreux....	H^3PO^3	82	ts.	ts.	s.	
Anhydr. phosphorique.	P^2O^5	142	déc.	déc.	déc.	
Acide —	PO^4H^3	98	ts.	ts.	ts.	
Tribrom. de phosphore	PBr^3	271	déc.		déc.	b. 175°3.
Oxybromure —	$POBr^3$	287	déc.		déc.	f. 45°; b. 193°.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Trichlorure de phosphore.	PCl^3	137	déc.		déc.	b. 78°5.
Oxychlorure —	$POCl^3$	153	déc.		déc.	b. 110°.
Pentachlorure —	PCl^5	208	déc.		déc.	f. b. 148°.
Triiodure —	PI^3	412	déc.		déc.	f. 55°.
Iodure de phosphonium	PH^4I	162	déc.			
Protochlorure de platine.	$PtCl^2$	268	i.			s. HCl.
Bichlorure —	$PtCl^4$	339	ts.	ts.	ts.	ts. alcool éthéré.
Chlorure de platine et sodium.	Na^2PtCl^6, 6 aq.	564	ts.	ts.	ts.	
— — potass.	K^2PtCl^6	488	0,93	5,3	0,0085	
— — amm.	$(AzH^4)^2PtCl^6$	446	0,67	1,25	0,004	
— — césium	Cs^2PtCl^6	605	0,07	0,38		
— — rubid.	Rb^2PtCl^6	510	0,13	0,64		
— — thall.	Tl^2PtCl^6	747	0,006	0,051	i.	
Cyanure de platine.	$PtCy^2$	245	i.	i.		i. acides et alcalis.
Platinocyanure d'ammon.	$(AzH^4)^2PtCy^4$, 2 aq.	369	100		ts.	anh. 150°
— de baryum....	$BaPtCy^4$, 4 aq.	510	3	ts.		
— de césium.....	$CaPtCy^4$, 5 aq.	428	ts.			anh. 140°.
— de cérium.....	$CePtCy^4$, 6 aq.	547	s.		s.	— 3 aq. air sec.
— de magnésium.	$MgPtCy^4$, 7 aq.	448	ts.		s.	s. alc. éth.; — 1 aq. 50°; — 4 aq. 212°.
— de potasse....	K^2PtCy^4, 3 aq.	430	s.	ts.	s.	
— de potasse et sodium	$KNaPtCy^4$, 6 aq.	468	s.			
Platinocyan. de sodium	Na^2PtCy^4, *n*. aq.	342	s.			
— de strontium	$SrPtCy^4$, 5 aq.	475	s.			anh. 150°.
Protoxyde de plomb..	PbO	223	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bioxyde de plomb....	PbO^2	239	i.	i.		
Sesquiox. de pl. (minium).	Pb^2O^3	462	i.	i.		
Bromure de plomb...	$PbBr^2$	367	ps.	s.		s. acides dilués.
Carbonate —	$PbCO^3$	267	i.	i.	i.	s. sels ammon.
Chlorate —	$Pb(ClO^3)^2$, aq.	392	s.	ts.	s.	
Chlorure —	$PbCl^2$	278	0,6	5	0,5	s. HCl.
Chromate —	$PbCrO^4$	323	i.	i.	i.	ts. potasse.
Fluorure —	$PbFl^2$	245	i.		i.	s. acides.
Iodure —	PbI^2	461	0,08	0,5	0,02	
Nitrate —	$Pb(AzO^3)^2$	331	table 219.			
Nitrite de plomb basiq.	$Pb(AzO^2)^2$, 3PbO	968	0,7	3		s. acides.
Phosphate —	$Pb^3(PO^4)^2$, 3 aq.	865	i.	i.	i.	
Sulfate —	$PbSO^4$	303	0,005	i.	i.	s. tartr. amm.; 0,003 s. ac. sulfur. dilué.
Sulfure —	PbS	239	i.	i.	i.	
Oxyde de potassium	K^2O	94	déc.	déc.	déc.	
Hydrate —	KHO	56	200	ts.	ts.	ts. glycérine.
Arséniate —	K^3AsO^4	256	dél.	ts.	4	50 s. glycérine.
Arsénite —	K^2AsO^3H	202	ts.	ts.		
Bromate —	$KBrO^3$	167	7	50	ps.	
Bromure —	KBr	119	table 219.		0,5; b. 7	0,02 s. éther.
Carbonate —	K^2CO^3	138	table 219.		i.	
Bicarbonate —	$KHCO^3$	100	table 219.		i.	
Chlorate —	$KClO^3$	122	table 219.		0,8	3,5 s. glycérine.
Chlorure —	KCl	74	table 219.		table 173.	
Chromate —	K^2CrO^4	194	table 219.		i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Bichromate de potassium.	$K^2Cr^2O^7$	294	table	219.	déc.	
Cobalticyanure —	$K^6Co^2Cy^{12}$	634	ps.		i.	
Cyanate —	$KCyO$	81	s.		ps.	
Cyanure —	KCy	65	s.	122	1,2	s. alcool aqueux.
Ferricyanure —	$K^6Fe^2Cy^{12}$	658	36	775	i.	ps. alcool aqueux.
Ferrocyanure —	K^4FeCy^6, 3 aq.	422	26	50	i.	
Fluoborate —	$KBoFl^4$	126	1,4	s.	i.; b. s.	
Fluosilicate —	K^2SiFl^6	220	0,13	0,66	i.	i. HCl.
Fluorure —	KFl, 2 aq.	94	s.	ts.	tps.	attaque le verre.
Iodate —	KIO^3	214	8	32	i.	
Iodure —	KI	166	table	219.	1,5	40 s. gl.; 0,3 s. éther.
Manganate —	K^2MnO^4	197	s.	s.	déc.	
Nitrate —	$KAzO^3$	101	table	219.	i. b. 2	
Nitrite —	$KAzO^2$	85	dél.	ts.	s.	
Perchlorate —	$KClO^4$	138	1,5	22	i.	
Periodate —	KIO^4	230	0,3			
Permanganate —	$K^2Mn^2O^8$	316	6,3	s.	déc.	
Phosphate — bib.	K^2HPO^4	174	ts.		i.	
Pyroantimoniate de pot.	$K^2H^2Sb^2O^7$, 7 aq.	562	ps.	déc.	i.	50 ts. eau.
Pyrophosphate —	$K^4P^2O^7$, 3 aq.	384	ts.	ts.	i.	— aq. 100°, anh. 300°
Pyrosulfate —	$K^2S^2O^7$	254	33	100	déc.	
Silicate —	K^2SiO^3	154	s.	s.	i.	
Sulfate —	K^2SO^4	174	table	219.	i.	
Bisulfate —	$KHSO^4$	136	50	110	i. déc.	
Sulfhydrate —	KHS, 1/2 aq.	81	s.	ts.	s.	
Sulfite —	K^2SO^3	158	100	ts.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfite de potassium.	$KHSO^3$	120	s.	s.	i.	
Sulfocyanure —	KCyS	97	130	ts.	s.	f. 161°.
Sulfure —	K^2S	110	ts.	ts.	s.	
Pentasulfure —	K^2S^5	238	s.	s.	s.	
Tungstate —	K^2TuO^4, (1, 2 ou 5) aq.	326	s.	s.	i.	
Bitungstate —	$5K^2O$, $12TuO^3$, 11 aq.		1,4	12	i.	
Vanadate —	KVO^3	138	ps.	ts.	i.	ps. KHO étendu.
Acide sélénieux.......	SeO^2	111	ts.	ts.		
— sélénique.......	H^2SeO^4	145	s.	s.		
Silice	SiO^2	60	i.	i.	i.	
Hydrate de sodium ...	NaHO	40	60	250	s.	i. éther, ts. glycérine.
Arséniate —	Na^3AsO^4, 12 aq.	438	28	ts.	1,8	50 s. glycérine.
Arsénite —	Na^2HAsO^3	170	ts.	ts.		
Borate —	$Na^2B^4O^7$, 10 aq.	382	table 219.		ps.	60 s. glycérine.
Bromate —	$NaBrO^3$	151	38	90		
Bromure —	NaBr, 4 aq.	175	table 219.		6	0,08 s. éther.
Carbonate — anh.	Na^2CO^3	106	15	48	i.	
— — crist.	Na^2CO^3, 10 aq.	286	table 219.		i.	98 s. glycérine.
Bicarbonate —	$NaHCO^3$	84	table 219.		i.	8 s. glycérine.
Chlorate —	$NaClO^3$	107	99	204	3	
Chlorure —	NaCl	58	table 219.		i.	20 s. glycérine.
Chromate —	Na^2CrO^4, 10 aq.	312	s.	s.		
Bichromate —	$Na^2Cr^2O^7$, 2 aq.	299	s.	s.		
Ferrocyanure —	Na^4FeCy^6, 12 aq.	520	22	ts.	i.	
Ferricyanure —	$Na^6Fe^2Cy^{12}$, 2 aq.	598	18	80	s.	
Fluosilicate —	Na^2SiFl^6	188	ps.	ps.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Hydrosulfite de sodium	$NaHSO^2$	88	s.	s.	i.	
Hypophosphite —	NaH^2PO^2	88	dél.	ts.	s.	
Hyposulfite —	$Na^2S^2O^3$, 5 aq.	248	table	219.	i.	f. 48°.
Iodate —	$NaIO^3$	198	9	34	i.	
Iodure —	NaI, 4 aq.	222	180	310	8	
Métaphosphate —	$NaPO^3$, 2 aq.	148	22	déc.	i.	
Nitrate —	$NaAzO^3$	85	table	219.	i.	
Nitrite —	$NaAzO^2$	69	ts.	ts.	s.	
Nitroprussiate —	$Na^4Fe^2Cy^{10}(AzO^2)^2$, 4 aq.	508	40	ts.	ps.	
Perchlorate —	$NaClO^4$	122	dél.	ts.	ts.	
Periodate de sod. basiq.	$Na^4I^2O^9$, 3 aq.	542	i.	ps.	i.	s. acides.
Phosphate — bibas.	Na^2HPO^4, 12 aq.	358	15	260	i.	anh. 100°.
— — tribas.	Na^3PO^4, 12 aq.	380	20	250	i.	f. 77°.
— —ammon.	$(AzH^4)NaHPO^4$, 4 aq.	209	16	100	i.	
Pyroantimoniate de sodium (sel Fremy)....	$Na^2H^2Sb^2O^7$, aq.	512	tps.	tps.	i.	
Pyrophosphate de sod.	$Na^4P^2O^7$, 10 aq.	446	7	93		
Pyrosulfate —	$Na^2S^2O^7$	222	ts.	ts.	i.	
Silicate —	Na^2SiO^3, 6 aq.	230	s.	s.	i.	
Stannate —	Na^2SnO^3, 3 aq.	266	103	ts.	i.	
Sulfate —	Na^2SO^4, 10 aq.	322	table	219.	i.	
Bisulfate —	$NaHSO^4$	120	déc.	déc.	déc.	
Sulfoantimoniate —	Na^3SbS^4, 9 aq.	481	ts.			
Sulfite —	Na^2SO^3, 7 aq.	252	25	100	i.	anh. 130°; ps. $NaHSO^3$
Bisulfite —	$NaHSO^3$	104	ts.	ts.	i.	
Sulfure —	Na^2S	78	ts.	ts.	s.	ts. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Sulfure de sodium tétra.	Na^2S^4	174	s.	s.	ps.	
Tungstate —	Na^2TuO^4, 2 aq.	330	55	124		
Anhydride sulfurique.	SO^3	80	déc.		déc.	
Acide —	H^2SO^4	98	∞	∞	déc.	
— pyrosulfurique...	$H^2S^2O^7$	178	déc.		déc.	
— nitrososulfurique..	$(AzO)HSO^4$	127	déc.		déc.	
Oxyde de strontium...	SrO	103	déc.			
Hydrate — (strontiane)	SrH^2O^2, 8 aq.	265	table 219.			
Bromure de strontium.	$SrBr^2$, 6 aq.	355	100	250	s.	
Carbonate —	$SrCO^3$	147	0,0016	0,005		
Chlorure —	$SrCl^2$, 6 aq.	266	table 219.		table 173.	
Fluosilicate —	$SrSiFl^6$, 2 aq.	265	s.	ts.		
Iodure —	SrI^2, 6 aq.	449	180	370	s.	
Nitrate —	$Sr(AzO^3)^2$	211	table 219.		i.	i. alcool éthéré.
Sulfate —	$SrSO^4$	183	0,01	0,026	i.	i. H^2SO^4 dilué ; ps. HCl et AzO^3H dilué.
Sulfure —	SrS	119	déc.		s.	
Oxydule de thallium.	Tl^2O	424	ps.		s.	
Oxyde —	Tl^2O^3	456	i.			
Protochlorure —	TlCl	239	0,35	1,5	i.	
Perchlorure —	$TlCl^3$ + aq.	310	déc.			déc. 60°.
Iodure —	TlI	331	0,022	0,12	0,002	i. KI.
Phosphate —	Tl^3PO^4	714	0,5	0,67	i.	
Sulfate —	Tl^2SO^4	504	4,8	19,2		
Acide titanique......	TiO^2	82	i.	i.		s. H^2SO^4 bouillant.
— tungstique ...	TuO^3	232	i.	i.		s. alcalis.

Corps.	Formules	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde d'urane.......	U^2O^3	288	i.	i.		
Perchlorure d'urane...	U^2Cl^5	427	s.			
Oxychlorure —	$UOCl$, 1/2 aq.	180	s.	ts.	s.	s. éther,
Nitrate —	$UAzO^4$, 3 aq.	252	265	ts.	33,3	s. éther.
Phosphate d'ur. analyt.	$(UO)^2AzH^4PO^4$, n. aq.	385	i.	i.	i.	i. acétate d'amm.
Pyrophosphate d'urane	$(UO)^4P^2O^7$	720	i.	i.	i.	
Sulfate —	$(UO)^2SO^4$, 3 aq.	420	216	360	4; b. 5	
Acide vanadique... ..	V^2O^5	182	0,1	ps.		
Chlorure de vanadium.	VCl^4	193	s.		déc.	liq. b. 154°.
Oxyde de zinc.......	ZnO	81	i.	i.	i.	
Bromure —	$ZnBr^2$	225	320	ts.	s.	s. éther.
Carbonate —	$ZnCO^3$, aq.	143	0,005	i.	i.	
— — basiq.	$Zn^5(H^2O^2)^3(CO^3)^2$	539	0,002	déc.	i.	
Chlorure —	$ZnCl^2$	136	300	ts.	100	50 s. glyc.; s. éther.
Iodure —	ZnI^2	319	dél.	ts.	s.	40 s. glycérine.
Nitrate —	$Zn(AzO^3)^2$, 6 aq.	297	dél.	ts.	s.	
Sulfate —	$ZnSO^4$, 7 aq.	287	table	219.	i.	35 s. glycérine.
Sulfure —	ZnS	97	i.	i.	i.	
Bromure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4Br,CdBr^2$. aq.		130	ts.	18	0,4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaBr,2CdBr$, 5 aq.		96	ts.	27	0,5 s. éther.
— et de potassium	$KBr,CdBr^2$, aq.		114	ts.	déc.	
Iodure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4I,2CdI^2$, aq.		110	ts.	114	4 s. éther.
— —	$2AzH^4I,CdI^2$, 2 aq.		174	ts.	142	11 s. éther.
— et de potassium	$2KI,CdI^2$, 2 aq.		137	ts.	79	4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaI,CdI^2$, 6 aq.		160	ts.	118	10 s. éther.

185. Tableau

Composition et caractères des

Noms. (1)	Composition et caractères extérieurs. (2)	
Acerdèse.......	Mn^2O^3 H^2O — Gris d'acier foncé. N.	a
Actinote........	Amphibole verte. RO,SiO^2($R = Mg, Ca, Fe$).	b
Adamine.......	$4ZnO$ $As^2O^5H^2O$, JV, Tp.	c
Adulaire.......	Orthose. $K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$ — Tp, Tl; I, gris.	d
Agate..........	SiO^2. Concrétionnée — Ti; R, N, I, gris, V.	e
Aimant.........	Magnétite. Fe^3O^4 — N métallique.	f
Alabandine.....	MnS. N gris.	g
Albâtre.........	Gypse ou calcaire translucide.	h
Albite..........	Na^2O, Al^2O^3, $6SiO^2$ — Tl; I, gris.	i
Allemontite.....	$Sb.As^3$, gris métallique.	j
Almandin......	$3FeO$, Al^2O^3, $3SiO^2$ — Tp; R, RBr.	k
Aluminite......	Al^2O^3, SO^3, $9H^2O$, I, blanc.	l
Alun...........	$K^2O.Al^2O^3$, $4SO^3,24H^2O$ — Tp; I.	m
Alunite........	$3Al^2O^3,K^2O,4SO^3,6H^2O$ — Tl; I, J.	n
Alunogène.....	$Al^2O^3,SO^3,18H^2O$ — Tl; I, J.	o
Ambre.........	Voyez *Succin*.	p
Amiante.......	Amphibole blanche souvent altérée — I, J, V.	q
Amphibole blanc	RO,SiO^2($R = Ca,Mg,Fe$) — Tl; I, gris V.	r
— noire.	Hornblende. ($R = Fe,Ca,Mg$). — N, V foncé.	s
Amphigène.....	K^2O, Al^2O^3, $4SiO^2$ — Tl, I, gris J.	t
Analcime.......	Na^2O, Al^2O^3, $4SiO^2$, $2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rose.	u
Anatase........	TiO^2 — Br, Bl métallique; parfois Tp, I.	v
Andalousite....	Al^2O^3, SiO^2 — Gris rosé, Br, parfois Tp; V.	x
Andésine.......	$(CaNa^2)O,Al^2O^3$, $4SiO^2$ — Tl; I, J, V.	y
Anglésite.......	PbO, SO^3 — Tp, I très vif éclat; J, V.	z

(1) Nomenclature française (Dufrénoy, Delafosse, Descloizeaux).

(2) Poids atomiques modernes. Formules dualistiques. Tp = Transparent, Tl = Translucide, N = Noir, I = Incolore ou blanc, R = Rouge, Bl = Bleu, J = Jaune, Br = Brun, V = Vert.

(3) L'échelle de dureté comprend 10 termes, dont chacun raye tous les précédents. Ce sont : 1 *Talc*, 2 *Gypse*, 3 *Calcite*, 4 *Fluorine*, 5 *Apatite*, 6 *Orthose*, 7 *Quartz*, 8 *Topaze*, 9 *Corindon*, 10 *Diamant*.

(4) L'échelle de fusibilité comprend 6 termes, qui sont : 1 *Stibine*, 2 *Mésotype* (fondent dans la flamme de la bougie en assez gros morceaux), 3 *Grenat almandin* (fond en assez gros éclats à la flamme du chalumeau), 4 *Amphibole actinote*, 5 *Orthose adulaire* (ne fondent qu'en écailles très minces et à la par-

minéralogique.

principales espèces minérales.

	Densité.	Dureté. (3)	Fusibilité. (4)	Solubilité. (5)	Forme cristalline. (6)
a	4,2—4,34	3,5—4	I	S	III *mg*¹
b	3—3,3	5—5,5	4b	I	IV
c	4,33	3,5	Fus C	S	III *ma*¹
d	2,5—2,59	6	5	I	IV mg¹*p*
e	2,5—2,8	7	I	I	VI O
f	5—5,2	5,5—6,5	6	S	I *a*¹
g	3,9—4,08	3,5—4	I	S	I *pa*¹
h					
i	2,5—2,64	6—6,5	4b	I	V, *g*¹pmta³
j	6,20	3,5	Fus	S	VI
k	3,5—4,3	7—7,5	3	diff S	I b¹a²
l	1,66	1,2	I	S	IV
m	1,9	2—2,5	1 puis I	SS	I *a*¹*p*
n	2,77—2,80	3,5—4	I	très peu S	VI r
o	1,6—1,8	1,5—2	2 puis I	SS	?
p					
q	2,9—3,2	5,5	4	I	IV
r	2,9—3,2	5,5	4	I	IV *mg*¹p
s	3—3,4	5,5	4	très peu S	IV *mg*¹pb ¹/₂
t	2,45—2,5	5,5—6	I	S	I a²
u	2,29	5,5	2,5	S, Gél	I a²p
v	3,8—3,95	5—5,6	I	I	II *b*¹*p*
x	3,2	7,5	I	I	III *mp*
y	2,65—2,74	5—6	4	Inc et dif S	V *pg*¹m
z	6,3	3	3	I	III m*pa*²

tie la plus chaude du dard du chalumeau), 6 *Bronzite* (le bord des écailles les plus minces ne fait que s'arrondir). I = Infusible, *b* = en bouillonnant, Inc = Incomplètement, F = Fusible, C = Sur le charbon.

(5) I = Insoluble et inattaquable dans les acides (HCl), S = Soluble ou attaquable dans les acides, Gel = fait gelée, Nitr = Acide nitrique, SS = Soluble dans l'eau.

(6) I = Cubique, II = Quadratique, III = Orthorhombique, IV = Clinorhombique, V = Anorthique, VI = Hexagonal ou rhomboédrique, O = Amorphe. Quelques faces importantes sont indiquées, avec la notation française ; les faces *en italique* sont celles de clivage : Forme primitive *p*, *m*, *t* (*r* = Rhomboèdre) ; modification sur les angles a^x, e^x, i^x, o^x ; sur les arêtes $b^x, d^x, g^x, h^x, c^x, f^x$.

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Anhydrite	CaO, SO^3 — Tp, Tl; I, gris Bl, R.	a
Anorthite	$CaO, Al^2O^3, 2SiO^2$ — Tp, Tl; I.	b
Anorthose	$(K, Na)^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$.	c
Anthophyllite	$(MgFe)OSiO^2$ — Br.	d
Anthracite	C 90 %. N. Eclat semi-métallique.	e
Antimoine	— sulfuré, voyez *Stibine*.	f
Apatite	$P^3Ca^5FlO^{12}$ — Tl; I, V, Bl, J; parfois Tp.	g
Apophyllite	$Ca^4KH^{10}Si^8FlO^{28}$ — Tp; I parfois rosé.	h
Aragonite	CaO, CO^2. — Tp, Tl, I, J, V, rosé.	i
Argent	**Ag** — Gris, Jaunâtre, Métallique.	j
	Argent rouge = *Argyrythrose*.	
	— muriaté = *Cérargyre*.	
Argiles	Al^2O^3 : 25 à 39 %; SiO^2 : 25 à 65; H^2O : 10 à 30.	k
Argyrodite	$3AgS, GeS^2$, gris métallique.	l
Argyrose	Ag^2S — N gris métallique.	m
Argyrythrose	Argent rouge. Ag^3SbS^3 — R foncé métallique. Tp	n
Arsenic	— sulfuré J = *Orpiment*; — R = *Réalgar*.	o
Arsénolite	As^2O^3 — Tl. I. jaune.	p
Asphalte	C : 76 % — Brun noir.	q
Atacamite	$CuCl^2 3Cu(OH)^2$ — Tl, V	r
Augite	Pyroxène. (Ca, Mg, Fe) O SiO^2 — Op. Tl; N, V foncé.	s
Axinite	Silicoborate de Ca, Al, etc. — Tp; I, Br, Violet.	t
Azurite	$3CuO, 2CO^2, H^2O$ — Tl; B.	u
Barytine	BaO, SO^3. — Tp. Tl; I, J, Br.	v
Bauxite	$Al^2O^3, 2H^2O$ avec fer.	x
Berthierite	FeS, Sb^2S^3. N gris métallique.	y
Béryl	Voyez *Émeraude*.	z
Berzeline	Cu^2Se, I, gris métallique.	a
Binnite	Tennantite de Binnen.	b
Biotite	$2(Mg, K^2Al^2/_3)O, SiO^2$ — Tp, V, J de miel, N.	c
Bismuth	Bi. — Gris, Blanc d'argent rougeâtre.	d
Bismuthine	Bi^2S^3 — Gris métallique.	e
Bitume	Voyez *Asphalte*.	f
Blende	ZnS — Tp, Tl, J, Br. Verdâtre.	g
Bol	Argile très ferrugineuse — Br, J.	h
Boracite	$Mg^7Bo^{16}O^{30}Cl^2$ — Tp, Tl; I, gris.	i
Borax	$Bo^4Na^2O^7, 10H^2O$ — Tp, I.	j
Boulangérite	$3PbS, Sb^2S^3$ — Gris de plomb.	k
Bournonite	$Sb^2S^3, 2PbS, Cu^2S$ — Gris métallique.	l
Braunite	Mn^2O^3 — Gris noirâtre.	m
Brochantite	$4CuO, SO^3, 3H^2O$ — Tl; V.	n

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,98	3—3,5	3	S	III pg^1h^1
b	2,7—2,75	6	3	S	V $pmtg^1$
c	2,57—2,60	6	5	dif S	V
d	3,2	5,5	6	I	III g^1
e	1,14—1,75	2—2,5	I	I	O
f					
g	3,2—3,25	5	4—5	S	VI *mp*
h	2,3—2,4	4,5—5	1,5	S ; SiO^2 pulv	II a^1pm
i	2,95	3,5	I	S	III mg^1e^1
j	10—11,1	2,5—3	Fus	S. Nitr	I pa^1
k	1,7—2,2	—	I	dif. S. Gél	O
l	6,08—6,11	2,5	Fus C	S. Nitr	V ph^1m
m	7,36	2	3	S. Nitr	I pa^1
n	5,7—5,85	2—2,5	2	S. Nitr	VI rd^1b^1
o					
p	3,7	3	Volat	S	I a^1
q	1 à 1,7	1—2	vers 100	I	O
r	3,75—3,77	3—3,5	Fus C	S	III me^1
s	3,3—3,4	6	3	à peine S	IV $mh^1g^1b^1/_2$
t	3,3	6,5—7	2, se gonfle	I	V pmt
u	3,5—3,8	3,5—4	2	S	IV $pme^1/_2$
v	4,35—4,71	3—3,5	3	I	III mpa^2
x	2,53	friable	I	diff S	O
y	4—4,3	2—3	Fus	S	? fibreux
z					
a	6,71	friable	Fus C	S	O
b					
c	2,7—3,1	2,5—3	5	S. Sulf	III *p*
d	9,73	2—2,5	1	S. Nitr	VI ra^1e^1
e	6,4—6,5	2	1	S. Nitr	III aciculaire
f					
g	3,9—4,2	3,5	5—6	S	I a^1b^1
h	1,6—2,2	—	I	S en partie	O
i	2,9—2,97	6,5—7	2, Crist	S. Nitr	I b^1pa^1
j	1,71	2—2,5	2	SS	IV mh^1p
k	5,8—6	3	Fus C	S. Nitr	—
l	5,7—5,87	2,5—4	Fus C	S. Nitr	III g^1h^1p
m	4,7—4,82	6,5	I	S	II b^1p
n	3,90	3,5—4	Fus	S	III pma^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Bröggerite	Variété d'uranite avec He.	a
Bronzite	MgO, SiO^2 — Tl, Br. J verdâtre.	b
Brookite	TiO^2 — Tl ou Op, Br. vif éclat.	c
Brucite	MgO, H^2O — Tp, Tl; I, Gris-verdâtre.	d
Bruthamptite ...	NiSb — R, brun métallique.	e
Bytownite......	Variété d'anorthite.	f
Calaïte.........	Voyez *Turquoise*.	g
Calamine.......	$SiO^2, 2ZnO, H^2O$ — Tp, Tl; I, J, Bl.	h
	Calamine (Delafosse), voyez *Smithsonite*.	
Calcédoine	SiO^2 — Silice cryptocristalline.	i
Calcite.........	Calcaire. CaO, CO^2 — Tp, Tl; I, J, Br, N etc.	j
Cancrinite......	Voyez *Néphéline*.	k
Carnallite	$KCl, MgCl^2, 6H^2O$ — Tl, Tp; I, R.	l
Cassitérite......	SnO^2 — Tp, Tl, Op; Brun clair à N.	m
Castor	Pétalite de l'île d'Elbe.	n
Célestine.......	SrO, SO^3 — Tp, Tl; I, Bl, R.	o
Cérargyre......	Kérargyre. AgCl — Gris violacé.	p
Cérite..........	$SiO^2, 2(Ce, La, Di)O, H^2O$ — Sub.-Tl; Br R.	q
Cérusite	PbO, CO^2 — Tp; I, Tl; J, V, Bl, N.	r
Chabasie.......	$CaO, Al^2O^3, 4SiO^2, 6H^2O$ — Tp; I, Rosé.	s
Chalcopyrite....	Pyrite de cuivre. $CuFeS^2$ — J. d'or foncé.	t
Chalcosine	Cu^2S — Noir de fer, éclat métallique faible.	u
Chaux	Chaux carbonatée = *Calcite*.	v
	— fluatée = *Fluorine*.	
	— phosphatée = *Apatite*.	
	— sulfatée = *Gypse*.	
Chessylite......	Voyez *Azurite*.	x
Chiastolite......	Voyez *Andalousite*.	y
Chloanthite.....	$NiAs^2$ — Gris mét. — Enduit vert.	z
Chlorite........	Voyez *Pennine, Clinochlore, Ripidolithe*.	a
Chloritoïde.....	$(FeMg)O, Al^2O^3, SiO^2, H^2O$ — V, gris.	b
Chromite.......	Fer chromé, $FeCr^2O^4$ — N métallique.	c
Christianite.....	$Al^2O^3, (CaK^2)O, 4SiO^2, 5H^2O$ — Tl; I, J, Gris.	d
Cinabre........	HgS. — Tp; R foncé.	e
Clausthalite	PbSe — Gris métallique.	f
Clévéite........	Variété d'uranite riche en UO^3 et en *Hélium*.	g
Clinochlore.....	$8MgO, Al^2O^3, 5SiO^2, 7H^2O$ — Tp, Tl; V.	h
Clintonite	Voyez *Margarite, Scybertite, Chloritoïde*.	i
Cobaltine.......	Cobalt gris. CoAsS — Gris métallique rosé.	j
Cordiérite	$2MgO, 2Al^2O^3, 5SiO^2$ — Tp, Tl; gris Bl, Br.	k
Corindon.......	Saphir. Al^2O^3 — Tp, Tl; Bl, J, R, V, Br.	l

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b	3,12—3,75	5—6	6	I	III g^1mh^1
c	4,12—4,17	5,5—6	I	I	III mb^1
d	2,35	1,5	I	S	VI ra^1
e	7,54	5,5	Fus C	S	IV
f	2,59				
g					
h	3,3—3,5	5	6	S Gél	III mg^1p
i	2,59—2,54	6,5—7	1	I	concrétionnée
j	2,723	3	I	S	VI re^1d^2
k					
l	1,618	»	2	SS	III p
m	6,96	6—7	I	I	II $h^1b^1a^1$
n					
o	3,96	3—3,5	3	I	III me^1p
p	5,35	1	1	I	I pa^1
q	4,9—5	5,5	I	S Gél	I ?
r	6,5	3,5	Fus	S Nitr	III mg^1p
s	2,08—2,17	4—4,5	3b	S	IV ra^1
t	4,1—4,3	3,5—4	Fus C	S Nitr	II a^1b^1
u	5,5—5,8	2,5—3	2b	S Nitr	III mg^1p
v					
x					
y					
z	6,4—6,5	5,5—6	Fus C	S Nitr	
a					
b	3,52—3,57	6,5	I	Inc. S	IV
c	4,3—4,5	5,5	I	I	I a^1
d	2,17—2,20	4,5	3	S Gél	III g^1pa^1
e	8—8,2	2—2,5	Volat	I	VI ra^1
f	7,6—8,8	2,5	Fus C	S Nitr	I
g	7,49	5,5	I ou 6	S Nitr	I pa^1b^1
h	2,65—2,77	2—3	5	diff S	IV pmg^1
i	>3,5	4—7			
j	6—6,3	5,5	Fus C	S Nitr	I pb^2
k	2,6—2,69	7—7,5	5	presqu I	III g^1mp
l	3,9—4,16	9	I	I	VI pd^1a^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Cornaline	Calcédoine rouge.	a
Couzéranite	$(CaK^2Na^2)O, Al^2O^3, 2SiO^2$ — Tl; Gr. V, N.	b
Covelline.......	CuS — Bl. foncé.	c
Crocidolite	Amphibole fibreuse, reflets irisés.	d
Crocoïse	PbO, CrO^3 — Tp, R.	e
Cronstedtite	Chloromélane. Hydrosilicate de Fe, Mg, Mn — N.	f
Cryolithe.......	Al^2Fl^6, 6NaFl — Tp, Tl; I, gris.	g
Cuivre.........	Cu — Br métallique.	h
	Cuivre gris = *Panabase*.	
	— gris arsenical = *Tennantite*.	
	— oxydulé = *Cuprite*.	
	— panaché = *Phillipsite*.	
	— pyriteux = *Chalcopyrite*.	
Cuprite	Cu^2O — Tl; R foncé.	i
Cymophane.....	GlO, Al^2O^3 — Tl, V, éclat vitreux.	j
Datholite	$2CaO, 2SiO^2, Bo^2O^3, H^2O$ — Tp, Tl; I, V.	k
Diallage........	Pyroxène. (Ca, Mg, Fe)O, SiO^2 — Tl, Gris-br.	l
Diallogite	MnO, CO^2 — Tl; Rose, Br.	m
Diamant........	C — Tp, I, Rosé, J... N.	n
Diaspore	Al^2O^3, H^2O — Tl; Gris V, J, Rosé.	o
Diopside	Pyroxène. (CaMg)O, SiO^2 Tp, Tl, I, V, J.	p
Dioptase	CuO, SiO^2, H^2O — Tp, V.	q
Dipyre.........	$(CaNa^2)O, 2(Al^2/_3)O, 3SiO^2$ — Tp, Tl; I, J, V.	r
Disthène	Al^2O^3, SiO^2 — Tp, Tl; T, Gris-bl.	s
Dolomie........	CaO, MgO, $2CO^2$ — Tl; I, Gris, J, Rosé.	t
Dorneykite	Cu^3As — I, éclat métallique, blanc.	u
Dufreynosite....	$2PbS, As^2S^3$ — Gris métallique.	v
Dysorase.......	Ag^2Sb — I, éclat métallique, blanc.	x
Ecume de mer..	Voyez *Magnésite*.	y
Emeraude......	$Al^2O^3, 3GlO, 6SiO^2$ — Tp, Tl; V, gris, Bl, J, Rosé.	z
Emeri	Voyez *Corindon*.	a
Enstatite	(MgFe)O, SiO^2 — I, gris, J-br.	b
Epidote	$6SiO^2, 3Al^2O^3, 4CaO, H^2O$ — Tp, Tl; V, Br.	c
Epsomite.......	Sel d'Epsom. MgO, $SO^3, 7H^2O$ — Tp.	d
Escarboucle	Grenat noble. — Voyez *Almandin*.	e
Etain	Et. oxydé = *Cassitérite*; — sulfuré = *Stannine*.	f
Euclase	$2GlO, Al^2O^3, 2SiO^2, H^2O$ — Tp, Tl; I, V, Bl.	g
Fahlunite	Voyez *Cordiérite*.	h
Feldspaths	Voyez *Anorthite*, *Labrador*, *Andésine*, *Oligoclase*, *Albite*, *Orthose*.	i
Fer............	Fe — Gris métallique.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b	2,20—2,76	5,5—6	3	S	II
c	4,6	1,5—2	Fb, brûle	S Nitr	VI
d					
e	5,9—6,1	2,5—3	Fus	S Nitr	IV mg^3d^2
f	2,35	2,5	4	S Nitr	VI a^1
g	2,9—3,07	2,5	1	S Sulf	V pm
h	8,94	2,5—3	2—3	S Nitr	I a^1
i	5,85—6,15	3,5—4	Fus	S Nitr	I a^1b^1
j	3,5—3,84	8,5	I	I	III $mpb^1/_2$
k	2,8—3	5—5,5	2	S	IV pmh^1
l	3,2—3,3	4	3—4	I	IV pmh^1
m	3,4—3,7	3,5—4	I	S	VI
n	3,5—3,55	10	I	I	I a^1 etc.
o	3,3—3,5	6,5—7	I	I	III mg^1
p	3,3	5—6	3—4	I	V h^1g^1pm
q	3,27—3,35	5	I	S Gél	VI *r*
r	2,646	5—5,5	3—6	S part	II mh^1b^1
s	3,58—3,68	5 et 6	I	I	V pmt
t	2,8—2,9	3,5—4	I	S	VI *r*
u	7,2—7,3	3—3,5	Fus C	S Nitr	0
v	5,57	3	Fus C	S Nitr	III pma^1
x	9,4—9,8	3,5—4	Fus C	S Nitr	III mb^1
y					
z	2,67—2,75	7,5—8	5,5	I	VI mp
a					
b	3,1—3,3	5,5	I ou 6	I	III mh^1g^1
c	3,25—3,5	6—7	3,5	I	IV ph^1
d	1,75	2—2,5		SS	III mpe^1a^1
e					
f					
g	3,1	7,5	5,5	I	IV mh^1g^1
h					
i					
j	7,3—78	4,5	—	S	I a^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
	Fer arsenical = *Mispickel;* — carbonaté = *Sidérose;* — hydroxydé = *Limonite* et *Gœthite;* — magnétique ou oxydulé — *Magnétite, Aimant;* — oligiste spéculaire = *Hématite rouge;* — sulfuré = *Pyrite* et *Marcassite.*	
Fluorine	$CaFl^2$ — Tp, Tl; I, violet J, V, etc.	a
Franklinite.....	(Fe, Zn, Mn) Fe^2O^4 — N Sub-métal.	b
Freieslebénite ..	5(Ag^2, Pb)S, $2Sb^2S^3$ — Gris d'acier.	c
Friedelite	$H^7(MnCl)Mn^4Si^4O^{16}$ — R, éclat gras.	d
Gadolinite......	3(Y, La, Fe, Gl)O, SiO^2 — Tl; N, V.	e
Galène.........	PbS — Noir-bleuâtre métallique.	f
Garniérite......	(Ni, Mg)O, SiO^2, H^2O — V, pâle.	g
Gay-Lussite	Na^2O, CO^2, CaO, CO^2, $5H^2O$ — Tp, Tl; I.	h
Gersdorffite.....	Disomose — NiS^2, $NiAs^2$.	i
Giobertite......	MgO, CO^2 — Tl; I, J, Br.	j
Glasérite.......	K^2O, SO^3 — Tp, Tl; I.	k
Glaubérite......	Na^2O, SO^3, CaO,SO^3 — Tp, Tl, I, R.	l
Glaucodot......	(Co, Fe)S^2, (Co, Fe)As^2 — Blanc d'étain.	m
Gœthite........	Fe^2O^3, H^2O — Br, Sub-Tl, R.	n
Graphite	C — Noir métallique.	o
Greenockite	CdS — Tl; J.	p
Grenats.	Voyez *Grossulaire, Almandin, Spessartine, Mélanite. Ouwarovite.*	q
Grossulaire.....	$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$ — Tl; I, J, V, Br.	r
Gummite.......	Uranite altérée avec He.	s
Gypse.........	CaO, SO^3, $2H^2O$ — Tp, Tl; I, J, Br.	t
Harmotome.....	BaO, Al^2O^3, $6SiO^2 + 6H^2O$ — Tl, gr, I, R.	u
Hauerite	MnS^2 — N, Br, semi-métallique.	v
Hausmannite ...	Mn^3O^4 — N Brunâtre semi-métallique.	x
Haüyne	Lapis Lazuli. Silico-sulfate d'Al, Ca, Na — Bl.	y
Hayésine.......	CaO, $(B^2O^3)^2$, $4H^2O$ — Tp, Tl, I.	z
Hedenbergite...	(CaFe)O, SiO^2 — Sub-Tl, V, N.	a
Hématite rouge.	Fe^2O^3 — N R métallique ou compacte.	b
Hématite brune.	Voyez *Limonite.*	c
Heulandite	CaO, Al^2O^3, $6SiO^2$, $5H^2O$ — Tp, Tl; I, R.	d
Humite	Chondrodite. 6MgO, $3SiO^2MgFl^2$ — Tp, I, J, R.	e
Hyalosidérite ...	Péridot Brun à surface irisée.	f
Hypersthène....	Variété d'Enstatite plus riche en fer.	g
Idocrase	$3SiO^2$, $2(Al^2, Ca^3)O^3$ — Tp, V, Br, Bl.	h
Ilménite.	Fe Titané (FeTi)O^3 — N semi-métallique.	i
Iodargyre	AgI — Tl, J, V.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,18	4	3	S	I pa^1
b	5,6—5,9	5,5—6,5	I	S	I a^1
c	6—6,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV pm
d	3,07	4—5	Fus Vitr.	S Gél	VI pr.
e	4,2—4,35	6,5—7	I	S Gél	IV pm
f	7,4—7,6	2,5—2,75	Fus C	S Nitr	I pa^1b^1
g	2,3—2,8	friable	I	S Gél	O
h	1,99	2—3	3	S	IV pm
i	5,6—6,2	5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1, $^1/_2\ b^2$
j	3,1	4,5	I	S	VI pr
k	1,73	3—3,5	2	SS	III g^1pm
l	2,64—2,85	2,5—3	1,5	S	IV b^1p
m	6	5	Fus C	S Nitr	III pm
n	4,4	5—5,5	I	S	III mg^1
o	2,1—2,2	1—2	I	I	VI a^1
p	4,8—4,9	3—3,5	I	S	VI pm
q					
r	3,4—3,7	6,5—7	3	S en partie	I b^1
s					
t	2,33	1,5—2	2,5—2	S	IV g^1mh^1p
u	2,44—2,49	4,5	3,5	S	III pm
v	3,46	4	I	S	I $pa^1b^1b^3$
x	4,7	5—5,5	I	S	II a^1b^1p
y	2,2—2,8	5,5—6	4,5	S	I a^1b^1
z	1,65	1	1	S Gél	—
a	3,5	5,5	2,5	I	IV mh^1g^1
b	5,3	5,5—6,5	6 ou I	S	VI ra^1
c					IV mg^1
d	2,2	3,5—4	2,5 se gonf.	S	IV mp etc.
e	3,12—3,24	6—6,5	I	S Gél	
f					
g					
h	3,35—3,45	6,5	3b	Dif S	II mg^1a^1
i	,5—5	5—6	6 ou I	Dif S	VI r
j	5,7	flex.	Fus C	S Nitr	VI pb^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Isérine	$(FeTi)^3O^4$ — N.	a
Jade	Variétés compactes de *Trémolite*, de *Zoisite*, de *Labrador* et de *Jadéite:*	b
Jadéite	$3(Na^2, Ca, Mg)O, 2Al^2O^3, 9SiO^2$ — Tl ; I, V.	c
Jamesonite	$Pb^2Sb^2S^5$ — Gris de fer.	d
Kaïnite	$MgO, SO^3, KCl, 3H^2O$ — Ip. I.	e
Kaolin	Argile blanc-jaunâtre.	f
Karsténite	Syn. *Anhydrite*.	g
Kermésite	Sb^2OS^2 — R.	h
Klaprothine	Lazulite $(Mg, Ca, Fe)O, Al^2O^3, P^2O^5H^2O$ — Bl.	i
Labrador	Feldspath, $CaOAl^2O^3, 3SiO^2$ — Tl, I, Bl, V.	j
Laumonite	$CaO, Al^2O^3, 4SiO^2, 4H^2O$ — Tl ; I, Rosé.	k
Lazulite	Voyez *Klaprothine*.	l
Lépidolithe	Fluosilicate de Al^2, K, Li — Tl rosé.	m
Lépidomélane	$2(Fe, Mg, K^2Al\frac{2}{3})O, SiO^2$ — Tl ; N-verdâtre.	n
Leucite	Syn. *Amphigène*.	o
Leucophane	$5(Ca, Gl)O, 5SiO^2, 2NaFl$ — Tl ; Br, J, V.	p
Lévyne	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 5H^2O$ — Tp, I.	q
Libéthénite	$5CaO, P^2O^5, H^2O$ — Tl. V sombre.	r
Leucopyrite	$FeAs^2$ — Blanc d'argent.	s
Liévrite	Ilvaïte. Silicate de Fe et de Ca — N.	t
Limonite	Hématite Br. $2Fe^2O^3, 3H^2O$ — Br, J.	u
Linnéite	Coboldine $(Co, Ni)^3S^4$ — Gr métal. rougeâtre.	v
Lollingite	Var. de Leucopyrite plus arsenif. $FeAs^2$.	x
Lunnite	$5CuO, P^2O^5, 2H^2O$ — Sub-Tl ; V.	y
Magnésite	Écume de mer. $2MgO, 3SiO^2$, 2 à $4H^2O$ — Op ; I.	z
Magnétite	Syn. *Aimant*.	a
Malachite	$2CuO, CO^2, H^2O$ — Sub-Tl ; V.	b
Manganèse	Voyez *Pyrolusite*.	c
Marbre	Voyez *Calcite*.	d
Marcassite	Pyrite blanche — FeS^2.	e
Margarite	$CaO, 2Al^2O^3, 2SiO^2$ — I, blanc, éclat gras.	f
Méionite	$2(Ca, Mg, K^2, Al\frac{2}{3})O, SiO^2$ — Tp, Op, I.	g
Mélanite	Grenat ferrico-calcique — Tl ; N, Br, V.	h
Mellite	$C^6(CO^2)^6Al^2 + 18H^2O$ — Tp, Tl ; J, R.	i
Mendipite	$Pb^3O^2Cl^2$ — Tl, I, J, Rosé.	j
Mésotype	$3SiO^2, Al^2O^3, Na^2O, 2H^2O$ — Tp, Tl ; I, J, R.	k
Miargyrite	$AgSbS^2$ — Gris d'acier — Sub-T, R.	l
Micas	V. *Biotite. Lépidomélane, Muscovite, Lépidolithe.*	m
Microcline	Orthose faiblement triclinique.	n
Millérite	NiS — J. d'or métallique.	o

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,10	6—6,5	6 ou I	Dif S	I a^1
b					
c	3,32—3,35	6,5—7	3	I	O
d	5,5—5,7	2—3	Volat	S	III mg^1p
e	2,06—1,18	2,5—3	Fus déc	SS	IV ph^1g^1m
f	2,21—2,26	Friable	I	S Suf. ch.	O
g					
h	4,5—4,6	1—1,5	1—2	S	IV h^1p
i	3,12	5—6	I	I	IV a^2d^1m
j	2,67—2,76	5—6	3	dif S	V pmt
k	2,25—2,36	3,5	3b	S Gél	IV g^1mp
l					
m	2,84—3	2,5—4	2—2,5	S Inc.	III p
n	3	2,5—3	4	dif S	III p
o					
p	2,97	3,5—4	3	S	III p
q	2,1—2,2	4	4	S Gél	VI ra^1e^1
r	3,6—3,8	4	2	S Nitr	III a^1p
s	8,6—8,7	5—5,5	Fus C	S Nitr	III mp
t	3,9—4,1	5,5—6	2,5	S Gél	III mg^3p
u	3,6—4	5—5,5	I	S	O
v	4,8—5	5,5	Fus C	S Nitr	I
x					
y	4—4,4	4,5—5		S Nitr	III mg^1
z	»	2—2,5	5	S	O
a					
b	3,9—4	3,5—4	Fus C	S	IV pg^1m
c					
d	4,6—4,8	6—6,5	3	S Nitr	III me^1
e	2,74	5—6	3b	S. SiO^2 Floc	II mh^1b^1
f	2,99—3,08	3,5—4,5	5—6	S part	IV p
g	3,6—4,3	7,5	3	S en partie	I b^1
h	1,55—1,65	2—2,5	I	S Nitr	II a^1
i	7—7,1	2,5—3	Fus C	S Nitr	III mh^1g^1
j	2,17—2,25	5—5,5	1	S Gél	III mh^1b^1
k	5—5,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV ma^1p
l	2,78—3	2,5—3	2—2,5	peu S ou I	III pm (m=120 env.)
m					
n					
o	5,3—5,6	3—3,5	Fus C	S Nitr	VI re^2d^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Mimetèse	$Pb^5As^3ClO^{12}$ — Tl; J orangé, Br.	a
Mispickel	FeAsS — Blanc d'argent.	b
Molybdénite	MoS^2 — Gr de plomb bleuâtre éclatant.	c
Monazite	(Ce, La, Di)PO^4 avec He — R, Br, éclat résin.	d
Muscovite	Mica vulg. [(K,Na)HO]Al^2O^3, $2SiO^2$, mFl — Tp; I, Br, V.	e
Nagyacite	$(PbAu)^2(Te, S, Sb)^3$ — N, gris métall.	f
Natron	Na^2O, CO^2, $10H^2O$.	g
Néphéline	$4Na^2O$, $4Al^2O^3$, $9SiO^2$ — Tl, I, grisâtre.	h
Nickéline	Kupfernickel. NiAs — R de cuivre.	i
Obsidienne	Silico-aluminate de Fe, K, Na — Tl; N, Br, V.	j
Ocre	Ocre J = *Limonite*. Ocre R = *Hématite*.	k
Oligiste	Syn. *Hématite* (Rouge).	l
Oligoclase	Na^2O, Al^2O^3, $5SiO^2$ — Tl; I, V.	m
Olivénite	$AsO^4Cu(CuOH)$ — Sub-Tl. V.	n
Olivine	Voyez *Péridot*.	o
Onyx	Agate ou marbre rubané.	p
Opale	SiO^2 + 3 à 10 % H^2O. Tp, Tl, I, J, etc.	q
Or	Au + quant. variables Ag, Cu, Fe, Pd — J mét.	r
Orangite	Variété de Thorite avec He.	s
Orpiment	As^2S^3 — Tl; J d'or.	t
Orthose	K^2O, Al^2O^3, $6SiO^2$. Tl; I, Rosé, etc.	u
Outremer	Lapis-Lazuli. Voyez *Haüyne*.	v
Ouvarowite	Grenat chromico-calcique — Tp; V.	x
Ozocérite	Paraffines lourdes, fus. de 40 à 90°.	y
Panabase	Tétraédrite, Cuivre gris. $4Cu^2S$. Sb^2S^3 — Gr mét.	z
Paranthine	(Ca, Na^2, Mg)O, $2Al^2/_3O$, $2SiO^2$ — Tl; Gr, V.	a
Pechblende	Syn. *Uranite*.	b
Pennine	Al^2O^3, 7MgO, $4SiO^2$, $5H^2O$ — Tp, Tl; V, Br, R.	c
Périclase	MgO. avec Fe et Mn — V, gris Tl.	d
Péricline	Variété d'Albite — Blanc laiteux.	e
Péridot	2MgO, SiO^2 — Tp, Tl. — V, J, Noirâtre bronzé, I.	f
Pérowskite	CaO, TiO^2 — Tp, Op; Br, J.	g
Pétalite	Li^2O, Al^2O^3, $8SiO^2$ — I, gris.	h
Pharmacolithe	As^2O^5, 2CaO, H^2O + $5H^2O$ — Tl; I, Rosé.	i
Pharmacosidérite	$2As^2O^5$, $3Fe^2O^3$, $12H^2O$ — Tl; V, Br.	j
Phénacite	2GlO, SiO^2 — Tp. Tl, I, J. Br R.	k
Phillipsite	Bornite, Cu panaché $(Cu^2Fe)S$ — R bronze, Bl superf.	l
Phillipsite	Voyez *Christianite*.	m
Phlogopite	Variété de Biotite — R, brun-cuivre.	n
Pholérite	$2Al^2O^3$, $3SiO^2$, $4H^2O$. Sub-Tp, I, J, V.	o
Phosgénite	$CO^3(PbCl)^2$ — Tp; O, J.	p

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	7,18—7,28	3,5—4	Fus C	S Nitr	VI pb^{1}m
b	6—6,4	5,5—6	Fus C	S Nitr	III me^1
c	4,4—4,8	1—1,5	I	Dif S Nitr	III. IV ou VI? ou *pa*^{1}
d	4,9—5,3	5—5,5	I	diff S	IV *p*h^{1}m
e	2,75—3,1	2,5—3	5,5—6	I	III *p*
f	6,8—7,2	1—1,5	Fus C	S Nitr	III *g*^{1}
g	1,423	1—1,5	1	SS	IV *p*mg^1
h	2,56—2,64	5,5	3,5	S Gél	VI pm
i	7,33—7,67	5—5,5	Fus C	S Nitr	VI pmb^1
j	2,2—2,5	6—7	3	I	O
k					
l					
m	2,63—2,73	6	3,5	presq I	V *p*g^{1}m
n	4,1—4,4	3	2	S Nitr	III p^1*m*g^1
o					
p					
q	1,9—2,3	3,5—6,5	I	I	O
r	15,6—19,5	2,5—3	Fus	I	I pa^{1}b^1
s					
t	3,48	1,5—2	Fus. Vol.	I	III m*p*^{1}g^1
u	2,44—2,69	6—6,5	5	I	IV *pg*^{1}m
v					
x	3,4—3,5	7,5—8	I	I	I b^{1}a^2
y	0,9—0,95	1	FF; brûle	I	O
z	4,5—5,11	3—4,5	2—3	S Nitr	a^1, a$^1/_2$ etc.
a	2.7—2,85	5,5	3	S	II mh^{1}b^1
b					
c	2,66	2—3	5	S dif	VI r*a*^{1}
d	3,67	6	I	S	I p, a^1
e					
f	3,1—3,5	6—7	I	S Gél	III *g*^{1}pma^1
g	4,04	5,5	I	S Sulf	VI r
h	2,39—2,46	6—6,5	5—6	I	IV pmh^{1}o$^1/_2$
i	2,64—2,74	2—2,5	Fus	S	IV pm*g*^{1}
j	2,9—3	2,5	Fus C	S	
k	2,96—3	7,5—8	I	I	VI rd^{1}e^2
l	4,4—5,5	3	Fus C	S Nitr	I pa^1
m					
n					
o	2,34—2,57	1—2,5		I	III
p	6—6,31	2,75—3	3	S Nitr	IIpm*h*^{1}

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Pickéringite....	MgO, Al^2O^3, $4SO^3 + 22H^2O$ — Tl, I.	a
Pinite..........	Silicate d'Al, avec Fe, K, H^2O — Tl; Gr Br.	b
Plagioclases....	Feldspaths alcalino-terreux — Voyez *Albite*, *Oligoclase*, *Andésine*, *Labrador*, *Anorthite*.	c
Plomb.........	Plomb antimonio-sulfuré = *Bournonite*, *Boulangérite*, *Jamesonite*.	d
	— arseniaté = *Mimetèse*.	
	— carbonaté = *Cérusite*.	
	— sulfaté = *Anglésite*.	
	— sulfuré = *Galène*.	
	— chromaté = *Crocoïse*.	
Plombagine. ..	Syn. *Graphite*.	e
Pollux.........	$(Cs, Na)^2O$, Al^2O^3, $5SiO^2$, H^2O — I. Tp.	f
Polybasite......	$(Ag^2, Cu, Fe)S$, $(Sb, As)^2S^3$ — N.	g
Polyhalite......	$(Ca, Mg, K^2)O$, $SO^3 + 1/2H^2O$ — Tl; R, J.	h
Prehnite.......	$3SiO^2$, Al^2O^3, $2CaO$, H^2O — Tl; V pâle.	i
Proustite.......	Argent rouge arsenical. Ag^3AsS^3 — Tp, Tl; R.	j
Psaturose......	Ag^5SbS^4 — Gris de fer.	k
Psilomélane....	$BaMnO^3$ + divers oxydes de Mn — GrN.	l
Pyrite..........	FeS^2 — Jaune d'or.	m
	Pyrite magnétique = *Pyrrhotine*.	
	— arsenicale = *Mispickel*.	
	— de cuivre = *Chalcopyrite*.	
Pyrolusite......	MnO^2 — Op; N Sub-métallique.	n
Pyromorphite. ..	$P^3Pb^5O^{12}Cl$ — Tl; V, Br.	o
Pyroxènes......	Voyez *Diopside*, *Augite*, *Diallage*, *Hedenbergite*.	p
Pyrrhotine.....	Pyrite magnétique. Fe^7S^8. J laiton.	q
Quartz.........	SiO^2 — Tp; I, J, Violet, Fumé.	r
Réalgar........	AsS — Tp, Tl; R-orangé.	s
Rhodonite......	MnO, SiO^2 — Tl; Rose Fleur de Pêcher.	t
Ripidolithe.....	$9(Mg, Fe)O$, $2Al^2O^3$, $5SiO^2$, $7H^2O$ — Tl, V, Br.	u
Rubis..........	Voyez *Spinelle*.	v
Rubis oriental...	Voyez *Corindon*.	x
Rutile..........	TiO^2 — SubTl; Br N Sub-métall.	y
Samarskite.....	Tantalo Niobate de Y, Ce, La, U, avec He — N.	z
Sanidine.......	Orthose vitreux des volcans.	a
Saphir.........	Voyez *Corindon*.	b
Sassoline.......	Bo^2O^3, $3H^2O$ — Tl; I.	c
Scapolite.......	Voyez *Wernérite*.	d
Schéelite.......	CaO, WO^3 — Tp, Tl; I, J, R, Br.	e
Schéelitine.....	PbO, WO^3 — Tl; J, Br.	f

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	»	1	Fus	SS	IV?
b	2,7—2,9	2—3	4—5	S dif	—
c					
d					
e					
f	2,90	6,5	5	diff S	I pb^1a^2
g	6,0—6,2	2—3	fac. Fus	S Nitr	III $pb^{1/2}e^{1/2}$
h	2,77	2,5—3	3	SS part	III ou IV
i	2,8—2,95	6—6,5	2	dif S	III *p*m
j	5,42—5,56	2—2,5	Fus C	S Nitr	VI r
k	6,27	2—2,5	Fus	S Nitr	III pmg^1
l	3,7—4,7	5—6	I	S	O
m	4,83—5,2	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	I pb^2
n	4,82	2—2,5	I	S	III mpg^1
o	6,5—7,1	3,5—4	2 Crist	S Nitr	VI pmb^1
p					
q	4,4—4,7	3,5—4,5	Fus Brûle	S	VI pb^1m
r	2,64—2,66	7	I	I	VI $re^{1/2}e^2$
s	2,4	1,5—2	F. Volat.	S Alcal	IV pm
t	3,4—3,68	5,5—6,5	2,5	dif S	V ph^1mt
u	2,78—2,96	1—2	5	S	IV? *p*
v					
x					
y	4,18—4,25	6—6,5	I	I	II $ma^1h^1h^2$
z	5,6—5,8	5—6	5—6	diff S sulf	III $pb^1a^{1/2}b^x$
a					
b					
c	1,48	1	2	SS	V *p*mt
d					
e	5,9—6,07	4 5—5	5	S	II b^1a^2
f	7,87—8,1	2,75—3	2	S Ni	II b^1a^2

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Scléroclase	PbS, As^2S^3 — Gris de plomb foncé, métallique.	a
Scolésite	CaO, Al^2O^3, $3SiO^2$, $3H^2O$ — Tp, Tl; I.	b
Scorodite	Fe^2O^3, As^2O^5, $4H^2O$ — Tp, Tl; V, Bl, Br.	c
Sel gemme	NaCl — Tp; I, Gr, R.	d
Sénarmontite	Sb^2O^3 — Tl; I.	e
Seybertite	$10(Mg, Ca)O$, $5Al^2O^3$, $4SiO^2$, $3H^2O$ — R, Br, J.	f
Sidérose	FeO, CO^2 — Tl, Op; I, grisâtre, R.	g
Sillimanite	Al^2O^3, SiO^2 — Br, gris, éclat gras.	h
Smaltine	$CoAs^2$ — Blanc d'étain.	i
Smithsonite	Calamine. ZnO, CO^2 — Tp, Tl, Gr, J, V, Br.	j
Sodalithe	$12SiO^2$, $3Na^2O$, $3Al^2O^3$, 2NaCl — Tp, Tl; I, V, Rosé.	k
Soufre	S — Tp, Tl; J.	l
Spath	— d'Islande: Syn. *Calcite*. — Fluor: Syn. *Fluorine*.	m
Spessartine	Grenat-alumino-manganeux. — Tl; J, Br.	n
Sphène	CaO, SiO^2, TiO^2 — Tp, Tl, I, J, Br.	o
Spinelle	MgO, Al^2O^3 — Tp, R, rose.	p
Spodumène	Voyez *Triphane*.	q
Stannine	$2(Cu^2, Fe, Zn)S$, SnS^2 — Gris d'acier jaunâtre.	r
Staurotide	$4(FeMg)O$, $8Al^2O^3$. $7SiO^2$.	s
Stéatite	Voyez *Talc*.	t
Stibine	Sb^2S^3 — Gris de plomb métallique.	u
Stilbite	CAO. Al^2O^3, $6SiO^2$, $6H^2O$ — Tp, Tl; I, J, R.	v
Stromeyérine	Ag^2S, Cu^2S — Gris d'acier foncé.	x
Strontianite	SrO, CO^2 — Tp, Tl; I, J.	y
Strontiane sulfatée	Syn. *Célestine*.	z
Succin	$C^{10}H^{16}O$ et ac. succinique. — Tp; J.	a
Sylvane	Tellurure d'Au et Ag — Gris d'acier, J.	b
Sylvine	KCl — Tp, I.	c
Tachydrite	$CaCl^2$, $2MgCl^2$, $12H^2O$ — Tp, Tl; I, J.	d
Talc	3MgO, $4SiO^2$, H^2O — Tl nacré.	e
Tantalite	FeO. Ta^2O^5 — N de fer submét.	f
Tellure	Tellure avec Au et Fe — Gris de fer.	g
Tennantite	$4Cu^2S$, As^2S^3 — Gris de fer.	h
Téradymite	$BiTe^x$ — Gris d'Acier.	i
Tétraédrite	Syn. *Panabase*.	j
Thomsonite	$(CaNa^2)O$, Al^2O^3, $2SiO^2$, $5/2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rosé.	k
Thorite	THO^2. SiO^2 avec U, H^2O et He.	l
Tiemannite	HgSe — Gris d'acier.	m
Titanite	Syn. *Sphène*.	n
Topaze	$SiO^4(Al^2Fl^2)$ — Tp; J, Br, I, R.	o

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,39	3	2	S Nitr	III $pb^1/_2g^1$
b	2,2—2,3	5—5,5	2—2,5	S Gél	IV $mg^1b^1/_2$
c	3,1—3,3	3,5—4	2—3	S	III $h^1g^1b^1/_2$
d	2,25	2		SS	I pa^1
e	5,22—5,30	3	Fus Vol.	S	I a^1
f	3—3,1	4—5		diff S	IV p
g	3,83—3,88	3,5—4,5	4,5	S	VI r
h	3,23	6—7	I	I	III mh^1
i	6,3—7,2	5.5	Fus C	S Nitr	I pa^1
j	4,4—4,5	5	I	S	VI ra^1
k	2,27—2,29	5,5—6	3,5	S	I pa^1b^1
l	2,072	1,5—2,5	F111^0,brûl.	I	III b^1p
m					
n	3,8—4,3	7—7,5	3	S dif	I b^1
o	3,4—3,56	5—5,5	3	S Sulf	IV $pe^1/_3m$, etc.
p	3,52—3,57	8	I	I	I a^1
q					
r	4,3—4,6	4	Fus C	S Nitr	I, II ? pb^1
s	3.4—3,8	7—7,5	I	I	III mg^1p
t					
u	4,62	2	1	S	III mp^1g^1
v	2,1—2,2	3.5—4	2—2,5	S	III g^1mb^1
x	6,2—6,3	2,5—3	F	S Nitr	III pg^1b^1
y	3,6—3,7	3,5—4	5	S	III mpg^1, etc.
z					
a	1,06—1,11	2—2,5	F287^0 brûle	I	O
b	7,5—8,3	1,5—2	Fus C		III mpa^1
c	1,9—2	2	2	SS	I pa^1
d	»	»	1	SS	O
e	2,5—2,8	1—1,5	5	I	?
f	7—8	6—6,5	I	I	III pg^1m
g	6,1—6,3	2—2,5	F brûle	S Nitr	VI re^2a^1
h	4,3—4,53	4	Fus C. b	S Nitr	I b^1a^1
i	7,4—8,2	1,5—2	Fus C	S Nitr	VI ra^1
j					
k	2,3—2,4	5—5,5	2b	S Gél	III mpg^1
l	4,8—5,19	4,5—5	presque I	S Gél	II mb^1
m	7,1—7,37	2,5	Vol	»	?
n					
o	3,4—3,65	8	I	I	III mg^3b^2p

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Torbernite	$2PO^4(U^2O^2)OC^2 + 8H^2O$ — Tp, Tl; V.	a
Tourmaline.....	Silicoborate d'Al avec Fe, Mg, Mn — NBr,R,Tp,Tl.	b
Trémolite......	Syn. *Amphibole blanche.*	c
Tridymite......	SiO^2 — I, ep. blanche.	d
Triphane.......	$3(Li^2.Na^2.Ca)O, 4Al^2O^3, 15SiO^2$ — Tl: Gr, V.	e
Triphyline	(Mn, Fe) $LiPo^4$ — SubTl; Gr, V, Br.	f
Triplite........	(Mn, Fe) (MnFl) PO^4 — SubTl; Gr, V, Br.	g
Tripoli.........	Silice hydratée (terre d'infusoires).	h
Turquoise......	$2Al^2O^3, P^2O^5 + 5H^2O$ — Op; Bl, Bl V.	i
Ulexite.........	Voyez *Hayésine.*	j
Ulmannite......	$NiS^2, NiSb^2$ — Gris d'acier.	k
Uranite	U^3O^4 — N, Gris métallique.	l
Urao...........	Trona $(Na^2O)^2(CO^2)^3$ 3 ou $4H^2O$ — Tl: I.	m
Valentinite	Exitèle. Sb^2O^3 — Tp, I, J.	n
Vanadinite	$Va^3Ca^5ClO^{12}$ — I, Br, éclat vitreux.	o
Vauquelinite....	$3(Pb.Cu)O, Cr^2O^3$ — SubTl, V, Br.	p
Vivianite.......	$2P^2O^5, 3FeO, 8H^2O$ — Tl; indigo.	q
Volborthite.....	Vanadate de Cu, Ca, H^2O — V.	r
Xénotime.......	$Y^2O^3P^2O^5$ avec Ce; R, Br, éclat résin.	s
Wad...........	Oxydes de Mn avec Co et Cu — N, Br.	t
Wagnérite......	$PO^4Mg(MgFl)$ — Tl, J.	u
Wavellite	Hydrofluophosphate d'Al — Tl, I, V, J.	v
Webstérite	$Al^2O^3, SO^3, 9H^2O$ — Op, I.	x
Wernérite......	V. *Méionite, Paranthine, Dipyre, Couzéranite.*	y
Willémite	$2ZnO, SiO^2$ — Tp, Op; J, V, I, Gr.	z
Wilhérite	BaO, CO^2 — Tp, Tl; I, J.	a
Wolfram........	(Fe, Mn)O, WO^3 — Gris de fer N.	b
Wolfsbergite ...	$CuSb^2S^4$ — Gris de plomb N.	c
Wollastonite....	CaO, SiO^2 — Tl; I, Gr, J.	d
Wulfénite	PbO, MoO^3 — Tp, Tl; J orangé.	e
Yttrotantalite...	Tantalate d'Y, Ca, Fe, UO, He.	f
Zéolithes.......	Voyez *Mésotype, Scolésite, Analcime, Chabasie, Christianite, Harmotome, Stilbite, Heulandite.*	g
Ziguéline	Syn. *Cuprite.*	h
Zinc carbonaté..	Syn. *Smithsonite.*	i
	Zinc silicaté = *Calamine.*	
Zincite.........	ZnO — SubTl; R.	j
Zinckénite......	PbS, Sb^2S^3 — Gris d'acier.	k
Zircon	ZrO^2, SiO^2 — Tp, Tl, Op; R, Br. J, I.	l
Zoïsite.........	Composition de l'épidote — Tl; I, V, Gr, J.	m
Zorgit	(Pb, Cu, Cu^2)Se — Gris de plomb rougeâtre.	n

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,4—3,6	2—2,5	2,5	S Nitr	II pb^2b^1
b	2,94—3,3	7—7,5	3—6	I	VI $rb^1d^1e^2$
c					
d	2,28—2,33	7	I	I	VI pseudo ? *mp*
e	3,13—3,19	6,5—7	3,5	I	IV mh^1g^1
f	3,5—3,6	5	1,5	S	III mpg^1
g	3,44—3,8	5—5,5	1,5	S	III ?
h					
i	2,6—2,83	6	I	S	
j					
k	6,3—6,5	5—5,5	Fus C	S Nitr	I pb^2
l	6.4—8	5,5	6 à I	S Nitr	I pa^1b^1
m	2,11	2,5—3	1	SS	II pma^1
n	5,56	2,5—3	F Vol	S	III g^1me^1
o	6,66—7,15	2,5—3	Fus C	part sol	VI *mp*
p	5,5—5,78	2,5—3	Fus C	S Nitr	IV
q	2,6—2,68	1,5—2	1,5	S	IV pmg^1
r	3,55	3—3,5	Fus C	S Nitr	?
s	4,45—4,56	4.5	I	I	II $mb^1/_2$
t	3—4,26	1—6	»	S	—
u	2,98—3,0	5—5,5	4	S	IV mph^1
v	2,33	3,5	I	S	III ma^1g^1
x	1,66	1—2	I	S	0
y					
z	3,89—4,18	5,5	5	S Gél	VI re^2a^2
a	4,29—4,35	3—3,75	2	S	III $b^1/_2 e^1/_2 m$
b	7,1—7,55	5—5,5	2,5—3	très peu S	IV $mp^1e^2h^1$
c	4,75—5	3—4	Fus C	S Nitr	III mg^1
d	2,8—2,9	4,5—5	4	S Gél	IV mph^1
e	6,3—6,9	3	1,5—2	S part	II pb^1mh^2
f	5,4—5,9	5—5,5	I	I	III mpg^1
g					
h					
i					
j	5,43—5,53	4—4,5	I	S Nitr	VI $pmb^1/_2$
k	5,3—5,35	3—3,5	2	S	III ma^1
l	4,05—4,75	7,5	I	I	II $mph^1b^1/_2$
m	3,11—3,38	6—6,5	Fb	I	III $mh^1h^3g^1$
n	7—7,5	2,5	Part. Fus C	S Nitr	?

Thermochimie.

(186) *Usage des tableaux de thermochimie* [1].

Dans les tables suivantes, les quantités de matière réagissantes sont celles exprimées par les formules écrites en regard des nombres, avec cette convention que H veut dire 1 *gramme* d'hydrogène, H^2O, 18 *grammes* d'eau, etc. L'unité de chaleur adoptée est la grande calorie : c'est la chaleur qui élève de 0° à 1° la température de 1 kilogr. d'eau.

Ainsi, au début de la table **191**, nous voyons :

H gaz + Cl = + 22,0 produit gazeux : + 39,3 produit dissous.

C'est-à dire que H = 1 gramme d'hydrogène et Cl = 35gr,5 de chlore, en se combinant tous deux à l'état gazeux, dégagent assez de chaleur pour échauffer de 0° à 1° 22 kilogrammes d'eau, soit 22 calories, en fournissant HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique gazeux. Si l'on envisage au contraire l'acide chlorhydrique comme dissous dans l'eau, la chaleur dégagée sera égale à 39,3 calories, la quantité HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique dégageant, pour se dissoudre dans l'eau, 39,3 — 22,0 ou 17,3 calories. Ce nombre est conforme à celui que donne la table **189**, calculée pour le volume gazeux occupé par la molécule HCl, volume égal à celui de H^2 = 2 grammes, soit 22lit,32 (à 0° et 760 millimètres de pression).

On sait que les changements d'état des corps sont accompagnés d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur : ainsi, 1 kilogramme d'eau à 0°, pour passer de l'état liquide à l'état solide, dégage 79,25 calories, et, par contre, pour passer de l'état solide à l'état liquide, absorbe 79,25 calories : c'est cette quantité de chaleur qu'on appelle la chaleur latente de fusion de la glace. 1 gramme de glace absorbera donc 0cal,07925 pour fondre, et 18 grammes de glace, c'est-à-dire la quantité exprimée par la formule H^2O, en absorberont 18 × 0,07925 = 1,4265 : ce qu'on peut exprimer encore en disant qu'ils dégageront — 1,40 cal., nombre identique à celui donné table **190** ; de même 1 kilogramme d'eau liquide à 100° absorbe 537 calories pour se transformer en vapeur, ou eau gazeuse, à 100° ; le produit de 0,537 par 18 est égal à 9,666 ; et H^2O, soit la molécule d'eau pesant 18 grammes, prise à l'état liquide

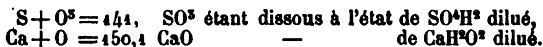
1. Les nombres de ces tableaux sont tirés de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1888. Ils ont été calculés par M. Berthelot, et dans la grande majorité des cas d'après ses expériences personnelles.

à 100°, absorbera 9,66 calories (ou dégagera — 9,66 calories) pour passer à l'état de gaz ou de vapeur à 100° ; ce nombre est très voisin de celui de la table **187**, 9,65, déterminé expérimentalement par M. Berthelot.

Ces chaleurs latentes moléculaires interviennent souvent dans les calculs ; ainsi nous trouvons dans la table **191**. que $P + Cl^3$, en se combinant, dégagent, pour donner PCl^3, à l'état gazeux + 68,9 calories et + 75,8 à l'état liquide. La différence entre ces nombres est égale à 6,9 ; c'est la chaleur de volatilisation du trichlorure de phosphore (table **187**).

De même pour l'anhydride azotique, on lit page 101 : $Az^2 + O^5 = -1,2$ à l'état gazeux, + 3,6 liquide, + 11,8 solide, et + 28,6 dissous. Sa chaleur de fusion est donc de $11,8 - 3,6 = 8,2$ (8.28 t **190**) et sa chaleur de volatilisation de $3,6 + 1,2 = 4,8$ t. **187**). Enfin sa chaleur de dissolution est de $28,6 - 11,8 = 16,8$. Elle se compose de deux facteurs : la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 avec H^2O, travail chimique engendrant l'acide azotique $2(AzO^3H)$, et la chaleur émise ou absorbée par la solution de celui-ci dans l'eau ; c'est en effet un principe fondamental de thermochimie que la quantité de chaleur dégagée dans une réaction quelconque mesure la somme des travaux physiques et chimiques accomplis dans cette réaction. Il nous est facile de faire la part des deux actions : en effet, on a également page 101 : $Az^2 + O^5 + H^2O = 14,2$ produit liquide, + 28,6 produit dissous. La différence entre ces deux nombres, $28,6 - 14,2 = 14,4$, est la chaleur de dissolution de l'acide azotique $2(AzO^3H)$ dans l'eau ; la table **195**, donne en effet $AzO^3H + nH^2O = + 7,2$, soit la moitié, le nombre des atomes en réaction étant aussi de la moitié. Quant à la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 liquide avec H^2O, elle sera donnée par la différence entre $Az^2 + O^5$ (le produit étant liquide) et $Az^2 + O^5 + H^2O$ (le produit étant aussi liquide), c'est-à-dire par $14,2 - 3,6 = 10,6$.

Prenons encore comme exemple la formation du sulfate de calcium. Il sera facile de la trouver ainsi : on lit pages 101 et 102 :



$S + O^3 = 141$, SO^3 étant dissous à l'état de SO^4H^2 dilué,
$Ca + O = 150,1$ CaO — de CaH^2O^2 dilué.

Et table **146**, $1/2\ SO^4H^2$ dissous $+ 1/2\ CaO^2H^2$ dissous $= + 15,6$

ou SO^4H^2 dissous $+ CaH^2O^2$ dissous $= 31,2$.

On a $S + O^4 + Ca = 141 + 150,1 + 31,2 = 322,3$ à l'état dissous ou précipité. Le chiffre trouvé pour le sel solide est de 320,1.

La table **199**, donne la chaleur de formation des composés organiques en partant des éléments, pris dans leur état actuel à 15°

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Pb + Cl^2$			+ 85,2	+ 78,4
$PbO + PbCl^2$			+ 6,6	
$Tl + Cl$			+ 48,6	+ 38,5
$Ni + Cl^2$			+ 74,6	+ 97,6
$Co + Cl^2$			+ 76,4	+ 94,8
$Sn + Cl^2$			+ 80,4	+ 81,2
$Sn + Cl^4$		+ 129,2		+ 157,4
$Au + Cl$			+ 5,8	
$Au + Cl^3$			+ 22,8	+ 27,3
$Cu^2 + Cl^2$			+ 71,2	
$Cu + Cl^2$			+ 51,6	+ 62,6
$3CuO + CuCl^2$			+ 1,2	
$3CuO + CuCl^2 + 4H^2O$ liq.			+ 23,0	
$Hg^2 + Cl^2$			+ 64,4	
$Hg + Cl^2$			+ 54,2	+ 51,6
$HgCl^2 + 2KCl$ dissous			+ 3,8	+ 0,8
$HgCl^2 + KCl$ dissous			+ 2,4	+ 0,4
$HgCl^2 + HgO$			+ 3,30	
$HgCl^2$ diss. + nHCl diss.				+ 1,0
$Ag + Cl$			+ 29,2	
$Bi + Cl^3$			+ 90,6	
$Sb + Cl^3$			+ 91,4	
$Sb + Cl^5$		+ 104,9		
$Sb + O + Cl$			+ 90,2	
$Sb^4 + O^5 + Cl^2$			+ 350,8	
$Pd + Cl^2$			+ 40,4	
$Pd + Cl^4 + 2KCl$			+ 79,0	+ 64,0
$Pt + Cl^2 + 2KCl$			+ 45,2	+ 41,8
$Pt + Cl^4 + 2KCl$			+ 89,4	+ 84,6
Bromures, brome gazeux (1).				
$H + Br$	+ 9,5			+ 29,5
I gaz + Br			+ 11,9	
$S^2 + Br^2$			+ 10,0	
$P + Br^3$		+ 54,6		
$P + Br^5$			+ 83,0	
$PBr^3 + O$		+ 65,4		
$As + Br^3$			+ 59,1	
B amorphe + Br^3		+ 73,1		
Si amorphe + Br^4		+ 120,4		

1. A l'état liquide chaque atome Br dégage 4 calories de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues de la chaleur de vaporisation et les chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
K + Br			+ 100,4	+ 95,0
KBr + Br^2			+ 10,9	+ 11,5
Na + Br			+ 90,7	+ 90,4
*n*NaBr + HBr			+ 10,8	
Ca + Br^2			+ 151,6	+ 176,0
Sr + Br^2			+ 168,0	+ 184,0
Ba + Br^2			x + 49,8	x + 53,8
$BaBr^2$ + $2Br^2$				+ 20,8
Al^2 + Br^6			+ 265,2	+ 439,0
Zn + Br^2			+ 86,2	+ 101,2
Cd + Br^2			+ 84,2	+ 84,6
Pb + Br^2			+ 77,0	+ 67,0
Tl + Br			+ 46,4	
Tl + Br^3				+ 69,3
Sn + Br^2			+ 71	
Sn + Br^4		+ 114,4	+ 117,4	+ 134
Cu^2 + Br^2			+ 60	
Cu + Br^2			+ 42,8	+ 51,0
Hg^2 + Br^2			+ 57,0	
Hg + Br^2			+ 48,5	+ 45,1
$HgBr^2$ diss. + 4HBr diss.				+ 5,4
$HgBr^2$ diss. + KBr diss.			+ 3,1	+ 0,75
Ag + Br, amorphe			+ 24,7 à 27,7	
— crist.			+ 27,7	
Sb + Br^3			+ 76,9	
Au + Br			+ 5,0	
Au + Br^3			+ 24,1	+ 20,4
Pt + Br^2 + 2KBr			+ 42,0	
Pt + Br^4 + 2KBr			+ 79,6	+ 72,6
Pd + Br^2			+ 82,8	
$PbBr^2$ + PbO			+ 4,0	
$HgBr^2$ + HgO			+ 3,4	
Iodures, iode gazeux (1).				
H + I	− 6,2			+ 13,2
S^2 + I^2			+ 10,8	
P^2 + I^4			+ 41,4	
P + I^3, diss. d. CS^2			+ 26,7	+ 23,4
PI^3 + I^2 sol.			0	

1. A l'état solide chaque atome I dégage $5^{cal},4$ de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues des chaleurs de fusion et de vaporisation et des chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
As + I^3			+ 28,8	
Si amorphe + I^4			+ 58,0	
K + I			+ 85,4	+ 80,1
KI + I^2			+ 10,8	+ 10,0
Na + I			+ 74,2	+ 75,5
Ca + I^2			+ 118,6	+ 146,2
Ba + I^2				x + 24,0
Al^2 + I^6			+ 172,6	+ 350,6
Zn + I^2			+ 60,0	+ 71.4
Cd + I^2			+ 55,8	+ 54,8
Pb + I^2			+ 52,8	
PbI^2 + HI + $5H^2O$ liq.			+ 23,3	
Tl + I			+ 35,6	
Cu^2 + I^2			+ 43,8	
Hg^2 + I^2			+ 39,2	
Hg + I^2, rouge			+ 35,1	
HgI^2 rouge + KI			+ 5,1	
HgI^2 rouge + 4HI dissous				+ 5,6
Ag + I, amorphe			+ 14,1 (1)	
Ag + I, cristall.			+ 19,7	
Sb + I^3			+ 45,4	
HI + 3AgI + $7H^2O$ liq.			+ 21,	
Au + I			— 0,1	
Pd + I^2			+ 24,0	
Fluorures.				
H + Fl	+ 38,6			+ 50,4
K + Fl			+ 112,2	+ 108,1
Na + Fl			+ 110,8	+ 110,6
Ca + Fl^2			+ 219,8	
Sr + Fl^2			+ 226,6	
Ba + Fl^2			x + 77,6	
Mg + Fl^2			+ 212,8	
Pb + Fl^2			+ 92,4	
Ag + Fl			+ 30,9	
KFl + HFl			+ 21,1 (2)	— 0,3 (3)
NaFl + HFl			+ 17,1	— 0,3
$SiFl^4$ + 2HFl				+ 57,0
$SiFl^4$ + 2NaFl				+ 25,8

1. Puis 19,7. — 2. HFl gazeux. — 3. Produit et composants dissous ou précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Sulfures (1).			(2)	(3)
$Az^2 + S$			$-$ 31,9	
$H^2 + S$	$+$ 4,6			$-$ 9,2
$H^2S + nS$		$-$ 5,2		
Si amorphe $+ S^2$			$+$ 40,0	
C diamant $+ S^2$	$-$ 19,1	$-$ 25,4		
$K^2 + S$			$+$ 102,2	$+$ 112,4
K^2S diss. $+ S^3$			$+$ 12,4	$+$ 5,2
K^2S diss. $+ H^2S$			$+$ 19,0	$+$ 7,8
$Na^2 + S$			$+$ 88,4	$+$ 103,2
Na^2S diss. $+ S^3$ sol.			$+$ 10,2	$+$ 5,0
Na^2S diss. $+ H^2S$			$+$ 18 6	$+$ 7,8
$Li^2 + S$				$+$ 115,2
$Sr + S$			$+$ 95,2	$+$ 106,0
$Ca + S$			$+$ 92,0	$+$ 98,0
$Ba + S$			$x -$ 31,2	
$Mg + S$			$+$ 79,6	
$Al^2 + S^3$ (4)			$+$ 124,4	
$Mn + S$			$+$ 45,2	
$Fe + S$			$+$ 23,8	
$Zn + S$			$+$ 43,0	
$Cd + S$			$+$ 34,0	
$Co + S$			$+$ 21,8	
$Ni + S$			$+$ 19,4	
$Pb + S$			$+$ 17,8	
$Tl^2 + S$			$+$ 21,6	
$Cu^2 + S$			$+$ 20,2	
$Cu + S$			$+$ 10,2	
$Hg + S$			$+$ 19,8	
$Ag^2 + S$			$+$ 3,0	
$Sb^2 + S^3$			$+$ 34,0	
Sb^2S^3 orangé en noir			0,0	
***Séléniures*, Se *métallique*.**	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
$H^2 + Se$	$-$ 24,6			$-$ 15,4
$K^2 + Se$		$+$ 79,4		$+$ 89,8
$Na^2 + Se$		$+$ 59,2		$+$ 78,4
$Li^2 + Se$		$+$ 79,2		$+$ 90,0

1. S solide : S gazeux dégage 2^{cal},6 de plus. — 2. H^2S gazeux. — 3. H^2S dissous. — 4. Les sulfures métalliques suivants précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
Ca + Se		+ 59		
Sr + Se		+ 68		
Ba + Se		x—62,4		
Mn + Se		+ 30,6	+ 27,4	
Fe + Se		+ 18,4	+ 15,6	
Zn + Se		+ 40,4	+ 34 à 32,8	
Cd + Se		+ 24,2	+ 23 à 20,2	
Co + Se		+ 18,8	+ 15,2	
Ni + Se		+ 18,4	+ 14,4	
Pb + Se		+ 15,8	+ 13,0	
Tl^2 + Se		+ 17,8	+ 14,8	
Cu^2 + Se		+ 20,8		
Cu + Se			+ 9,6	
Hg + Se		+ 19,6	+ 16,0	
Ag^2 + Se		+ 5,2	+ 2,4	

Tellurures, Te *cristallisé.*

Composants	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
H^2 + Te	— 35			
Fe + Te		+ 15,6		
Zn + Te		+ 37,2		
Cd + Te		+ 20,0		
Co + Te		+ 15,2		
Ni + Te		+ 15,0		
Pb + Te		+ 11,4		
Tl^2 + Te		+ 12,2		
Cu + Te		+ 14,2		

Oxydes.

Composants	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
H^2 + O	+ 58,2	+ 69,0	+ 70,4	
H^2 + O vers 2000°	+ 50,6			
— vers 4000°	+ 37,0			
H^2O + O				— 21,6
Cl^2 + O	— 15,2			— 5,8
Cl^2 + O^5 + H^2O				— 24,0
Cl^2 + O^7 + H^2O		— 30,8		+ 9,8
ClO^4H + H^2O		+ 12,6	+ 8,6[1]	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				− 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				− 49,6
$I^2 + O$				<−10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$, hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$, tétrathion.				+ 202,6
$S + O^2$	+ 69.2			+ 76,8
$S + O^3$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^3 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0[1]	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				− 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,8
$Se + O^3 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^3 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	− 20,6	− 16,2		
$Az + O$	− 21,6			
$Az^2 + O^3$	− 22,2			− 8,4
$Az + O^2$	− 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	− 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^3 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	− 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^3H + 2H^2O$		+ 5,0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^3 + 3H^2O$		+244,2	+ 250.2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363.8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$, pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405,4
$As^2 + O^3$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^3			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^3 + 3H^2O$			+ 16,8	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100,2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 132,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$SrO + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	x + 28,0
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$ (hydraté)			+ 94,8	
$Mn + O^2$ —			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^3$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$ (hydraté)			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$ —			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
$Ni + O$, hydraté			+ 61,4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11,2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
$Cd + O$, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 24,8	
$Hg + O$			+ 22,4	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^3$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20,0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^3$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 73,9			— 67,1
$Cy + H$	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
$Cy + Cl$	— 1,6	+ 9,9		
$Cy + I$ gaz			+ 6,3	
$Cy + K$			+ 67,6	+ 64,7
$Cy + Na$			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 24,4	+ 21,4
$Cy + Ag$			+ 3,9	
$KCy + O$			+ 72,0	+ 69,7
$Cy + H + S$				+ 19,9
$Cy + K + S$			+ 87,8	+ 81,7
$Cy + Na + S$				+ 77,1
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43,6	
$Cy + S + Ag$			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,2
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6 (1)
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,8
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,6
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4 (2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux	liquide.	solide.	dissous.
$AgCy + KCy$			+ 11,2	
$HgCy^2 + KI$			+ 6,5	+ 2,7(1)
$HgCy^2 + KBr$			+ 3,9	+ 0,5(1)
$HgCy^2 + KCl$			+ 1,6	+ 0,15(1)
Composés divers.				
Si amorphe + H^4	+ 32,9			
$P^4 + H^2$			+ 35,4	
$As + H^3$	— 36,7			
$H^2 + nPt$			+ 17,4	
$H^2 + nPd$			+ 9,4	
$Az^2 + H^4$				— 1,7
$Az^3 + H$				— 55,2
$Az + H^3 + O$			+ 27,4	+ 23.8
24 Hg liq. + K^2			+ 68,4	+ 51,4(2)
12 Hg liq. + Na^2			+ 43,2	+ 37,6(2)
7 Hg liq. + $2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
$Az + H^3$	+ 12,2			+ 21,0
$Az + H^5 + O$				+ 19,0
$HCl + AzH^3$			+ 42,5	
$HBr + AzH^3$			+ 45,6	
$HI + AzH^3$			+ 44,2	
$HCy + AzH^3$			+ 20,5	
$H^2S + AzH^3$			+ 23,0	
$H^2Se + AzH^3$			+ 29,9	
AzO^3H gaz + AzH^3			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz + AzH^3			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz + AzH^3			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide + AzH^3			+ 17,0	
$C^2H^4O^3$ solide + AzH^3			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide + AzH^3			+ 22,9	
SO^4H^2 solide + $2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide + $2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^6$ solide + $2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 80,0	
$CO^2 + H^2O + AzH^3$			+ 30,4	
$P + H^3$	+ 11,6			
$PH^3 + HBr$			+ 23,0	
$PH^3 + HI$			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(192) ***Formation des sels solides.***

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	AzO^3M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^5OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	1/2 SO^4M^2. Sulfates.	1/2 $C^2O^4M^2$. Oxalates.	1/2 $C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	1/2 $C^4H^5O^4M^2$. Succinates.	$C^4H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17,7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20,8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	— 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13,1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	

	Phtalates ortho	Phtalates méta	Phtalates para
Na	+28,8	+25,2	+24,1
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(193) ***Formation des sels solides depuis les éléments pris dans l'état actuel.***

Nitrates.		*Perchlorates.*	
$Az + O^3 + K$	+118,7	$Cl + O^4 + K$	+112,5
$Az + O^3 + Na$	110,6	$Cl + O^4 + Na$	110,2
$Az^2 + O^3 + H^4$	87,9	$Cl + O^4 + Az + H^4$	79,7
$Az + O^3 + Li$	111,2	*Bromate.*	
$Az^2 + O^6 + Sr$	219,6	Br gaz $+ O^3 + K$	87,6
$Az^2 + O^6 + Ca$	202,4	*Iodate.*	
$Az^2 + O^6 + Pb$	105,6	I gaz $+ O^3 + K$	128,4
$Az + O^3 + Tl$	58,1	*Carbonates,* C diamant.	
$Az + O^3 + Ag$	28,7	$C + O^3 + K^2$	278,0
Sulfates.		$C + O^3 + Na^2$	270,4
$S + O^4 + K^2$	342,2	$C + O^3 + Sr$	279,0
$S + O^4 + Na^2$	326,4	$C + O^3 + Ca$	269,6
$S + O^4 + Az^2 + H^8$	282,2	$C + O^3 + Mg$	267,8
$S + O^4 + Sr$	329,4	$C + O^3 + Mn$	208,2
$S + O^4 + Ca$	320	$C + O^3 + Pb$	166,6
$S + O^4 + Mg$	301,2	$C + O^3 + Zn$	194,4
$S + O^4 + Mn$	247,6	$C + O^3 + Ag^2$	120,6
$S + O^4 + Pb$	214,0	*Formiates.*	
$S + O^4 + Zn$	228,8	$C + H + K + O^2$	155,1
$S + O^4 + Cu$	180,4	$C + H + Na + O^2$	149,9
$S + O^4 + Ag^2$	165,8	*Acétates.*	
$S^2 + O^7 + K^2$	472,0	$C^2 + H^3 + K + O^2$	185,4
Hyposulfate.		$C^2 + H^3 + Na + O^2$	179,8
$S^2 + O^6 + K^2$	411,4	$C^2 + H^3 + Ag + O^2$	149,5
Hyposulfite.		*Oxalates.*	
$S^2 + O^3 + K^2$	266,8	$C^2 + K^2 + O^4$	324,2
Sulfites.		$C^2 + Na^2 + O^4$	314,4
$S + O^3 + K^2$	271,6	$C^2 + H^8 + Az^2 + O^4$	273,0
$S^2 + O^5 + K^2$	369,2	$C^2 + Ag^2 + O^4$	159,1
$S + O^3 + Na^2$	261	*Sels ammoniacaux.*	
$S^2 + O^5 + Na^2$	348,4	$Az + H^4 + Cl$	76,7
$S^2 + O^6 + Mg$	223	$Az + H^4 + Br$ gaz	71,2
$S + O^3 + H^8 + Az^2$	215,4	$Az + H^4 + I$ gaz	56,0
$S^2 + O^5 + H^8 + Az^2$	300	$Az + H^5 + S$ gaz	42,4
Phosphates.		$Az^2 + H^4 + O^2$	64,8
$P + O^4 + Na^3$	451,6	$Az + H^5 + Se$	35
$P^2 + O^8 + Ca^3$	921,2		
Chlorates.		$Az + H^4 + S + Cy$	59,1
$K + Cl + O^3$	94,6	$Az + H^4 + Cy$	40,5
$Na + Cl + O^3$	85,4	$O + Az + H^4 + Cl$	70,8

(194) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^3$	-11	$C^2H^4O^2$ solide $+ C^2H^3NaO^2$	$+ 0,1$
$KBr + O^3$	$-11,1$	$2C^2H^4O^2$ solide$+C^2H^3NaO^2$	$+ 5,5$
$KI + O^3$	$+44,1$	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	$+ 4,2$
$KCl + O^4$	$+ 7,5$	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	$+ 0,6$
$NaCl + O^4$	$+ 3,0$	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	$+ 1,0$
$BaCl^2 + O^8$	$+ 2,2$	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	$+ 3,0$
$SO^3 + SO^4K^2$	$+26,2$	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	$+ 1,8$
SO^4H^2 solide $+ SO^4K^2$	$+15,0$	$KCl + MgCl^2$	$+ 3,0$
SO^4H^2 solide $+ SO^4Na^2$	$+16,2$	$2KCl + (MgCl^2, 6H^2O)$	$+ 2,2$
$CrO^3 + K^2CrO^4$	$+ 3,8$	$2KCl + CaCl^2$	$+ 2,6$
$IO^3H + IO^3K$	$+ 3,1$	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	$+ 4,0$
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	$+ 3,8$	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	$+ 8,8$
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	$+ 6,6$	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	$+ 4,4$

(195) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	$+11,6$	SO^4H^2 liq. $+ nH^2O$, liq.	$+17,0$
— sol.	$+14,1$	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	$+ 6,2$
$HCl + 6,5\,H^2O$, liq.	$+16,5$	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racémique), sol.	$+ 1,4$
$HCl + nH^2O$, liq.	$+17,4$	AzH^3 gaz $+ H^2O$, liq	$+ 7,6$
$HBr + 2H^2O$, liq.	$+14,2$	AzH^3 gaz $+ nH^2O$, liq.	$+ 8,8$
$HBr + 4,5\,H^2O$, liq.	$+17,5$	$KHO + H^2O$, sol.	$+ 8,9$
$HBr + nH^2O$, liq.	$+20,0$	$KHO + 2H^2O$, sol.	$+12,5$
$HI + 3H^2O$, liq.	$+15,6$	$KHO + nH^2O$, liq.	$+12,5$
$HI + 4,5\,H^2O$, liq.	$+17,0$	$NaHO + nH^2O$, liq.	$+ 9,8$
$HI + 6,5\,H^2O$, liq.	$+18,2$	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	$+24,4$
$HI + nH^2O$, liq.	$+19,5$	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	$+10,2$
$HFl + nH^2O$, liq.	$+11,8$	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	$+18,2$
AzO^3H liq. $+ 2H^2O$, liq.	$+ 5,0$	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	$+24,8$
AzO^3H liq. $+ 6,5\,H^2O$, liq.	$+ 7,0$	$(CH^3)^3Az$ gaz $+ 3,5\,H^2O$, liq.	$+ 9,0$
AzO^3H liq. $+ nH^2O$, liq.	$+ 7,2$	— $+ nH^2O$, liq.	$+12,9$
SO^4H^2 liq. $+ H^2O$, liq.	$+ 6,2$		

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution ; liq., sol. et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(196) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^3H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	1/2 $C^2H^2O^4$ = 4 lit.	1/2 SO^4H^2 = 2 lit.	1/2 H^2S = 8 lit.	HCy = 2 lit.	1/2 CO^2 = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12.7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13,9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13,9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11,9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(197) *Formation de quelques sels dissous.*

Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	NaHO en exc. + 6HCl	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
+ 2HCl	+24,2	+ 2HBr	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	+ 2HI	+33,8
+ 2HCl	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + 3HBr	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	+ 4HBr	+36,8
+ 2HCl	+23,6	+ 3HCl	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	+ 4HCl	+23,8
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + 2HCl	+10,0
SnO^2 gél. + 4HCl	+ 3,0	+ 2HBr	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + 6HCl	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou 6HCl	+28,4	+ 2HCy, pr.	+44,8

(198) *Sels des acides polybasiques.*

1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6	»	11,2	+13,4
	2e	12,8 } 38,7	»	11,2 } 33,9	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3 } 30,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(199) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

	Calories.		Calories.
HFl diss. + NaHO	+ 16,3	ClOH dil. + KHO	+ 9,6
SiH^2Fl^6 + NaHO	+ 13,3	ClOH dil. + NaHO	+ 9,5
SiH^2Fl^6 + 2NaHO	+ 26,6	ClOH dil. + 1/2 BaO	+ 9,8
SiH^2Fl^6 + 3NaHO	+ 35,0	IO^3H dil. + KHO	+ 14,3
SiH^2Fl^6 + 6NaHO	+ 61,4	IO^3H dil. + 2KHO	+ 14,7
SiH^2Fl^6 + 12NaHO	+ 71,0	$S^2O^3H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,0
6FlH diss. + SiO^2 pr.	+ 32,7	SO^2 dil. + 2KHO	+ 31,8
H^2S diss. + NaHO	+ 7,7	SO^2 dil. + $2AzH^3$	+ 25,4
H^2S diss. + 2NaHO	+ 7,8	SO^2 dil. + BaO	+ 34,6
H^2Se diss. + NaHO	+ 7,4	SO^2 dil. + KHO	+ 17,9
H^2Se diss. + 2NaHO	+ 7,6	SO^2 dil. + AzH^3	+ 14,8
$FeCy^6H^4$ diss. + 4KHO	+ 54	SO^2 dil. + 1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
$FeCy^6H^4$ diss. + 2BaO	+ 56	SeO^2 diss. + 2NaHO	+ 27,4
$FeCy^6H^4$ diss. + $4AzH^3$	+ 48,8	SeO^2 diss. + NaHO	+ 14,8
$FeCy^6H^4$ diss. + 2/3 Fe^2O^3 pr.	+ 25,2	SeO^3 diss. + 2NaHO	+ 30,4
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss. + 6KHO	+ 58	SeO^3 diss. + NaHO	+ 14,8
CySH diss. + KHO	+ 14,0	PH^3O^2 dil. + NaHO	+ 15,2
CySH diss. + AzH^3	+ 12,55	PO^3H^3 dil. + NaHO	+ 14,8
AzO^2H diss. + 1/2 BaO	+ 9,3	PO^3H^3 dil. + 2NaHO	+ 28,4
AzO^2H diss. + AzH^3	+ 8,8	PO^3H dil. + NaHO	+ 14,5
AzO^2H diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 3,4	$P^2O^7H^4$ dil. + 2NaHO	+ 29,6
1/4 Az^4O^3 diss. + KHO	+ 5,3	$P^2O^7H^4$ dil. + 4NaHO	+ 52,8
1/4 Az^4O^3 diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 11,1	AsO^4H^3 diss. + NaHO	+ 15
ClO^4H dil. + NaHO	+ 14,2	AsO^4H^3 diss. + 2NaHO	+ 27,6
ClO^4H dil. + 1/2 BaO	+ 14,5	AsO^4H^3 diss. + 3NaHO	+ 35,9
ClO^4H dil. + AzH^3	+ 12,9	AsO^4H^3 diss. + 6NaHO	+ 37,4

	Calories.
AsO^3H^3 diss. + NaHO	+ 13,8
— + 2NaHO	+ 15,1
— + 1/2 NaHO	+ 7,3
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8
CrO^3 dil. + KHO	+ 13,5
— + 2KHO	+ 25,4
$PtCl^6H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2
$C^3H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7
$C^5H^{10}O^2$ dil. + NaHO	+ 14,0
— + AzH^3	+ 12,7
$C^4H^6O^4$ diss. + 2NaHO	+ 26,4
— + KHO	+ 13,6
— + 2KHO	+ 26,4
— + $2AzH^3$	+ 23,0
$C^5H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12.5
$C^2H^4O^3$. glycol. diss. + NaHO	+ 13.6
— + 1/2 CaO	+ 13,9
— + AzH^3	+ 12,2
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss. + NaHO	+ 13,2
— + 2NaHO	+ 15,3
— + AzH^3	+ 12,1
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + NaOH	+ 12,7
— + 2NaOH	+ 25,2
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + 1/2BaO	+ 13,9

	Calories.
$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$, glyoxaldisulf. + $2AzH^3$	+ 32,6
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + NaHO	+ 13,1
— + 2NaHO	+ 20,4
— + 3NaHO	+ 26,4
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss. + NaHO	+ 13,6
— + 1/2 BaO	+ 13,7
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 20,5
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss. + NaHO	+ 14,7
— + 2NaHO	+ 27,3
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + NaHO	+ 14,4
— + 2NaHO	+ 28,0
— + 3NaHO	+ 36,7
$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + NaHO	+ 13,6
— + 2NaHO	+ 26,7
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 1,2,3 NaOH	+ 14,6 × 1,2,3
— + 4,5,6 NaOH	+ 13,0 × 4,5,6
C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO	+ 14,1
$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^7H^5(AzO^2)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz. + NaHO	+ 9,3
$C^7H^6O^2$ benzoïque diss. + NaHO	+ 13,5
$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 13,7
— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— + 2NaHO	+ 21,7
— paroxybenz. diss. + NaHO	+ 13,0

	Calories.		Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3	$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO..	+ 8,0
C^6H^6O phénol diss. + NaHO ou KHO	+ 7,9	— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
C^6H^6O phénol diss. + AzH^3........	+ 2,0	Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH......	+ 7,8	Alizarine + NaHO...............	+ 5,1
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO.....	+ 9,1	+ 2NaHO..............	+ 5.8
C^6H^5BrO diss. + NaHO............	+ 8,0	$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO..	+ 9,3	$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + AzH^3......	+ 12,7	AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil	+ 9,2
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO......	+ 13,7	— + 1/2 H^2SO^4 dil.	+ 10,8
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + 1/2 BaO...	+ 13,8	C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil.	+ 13,2
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO....	+ 8.2	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15 2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss. + NaHO	+ 7,7	+ $C^2H^4O^2$ dil...	+ 12,9
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO...	+ 2,8	$(CH^3)^3Az$ triméthyl diss. + HCl dil.	+ 9,0
» β » + NaHO...	+ 2,2	+ $C^2H^4O^2$ dil. ..	+ 8,3
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO...	+ 15,6	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO......	+ 8,2	+ 1/2 CO^2 diss..	+ 4,4
— + 2NaHO...........	+ 15,3	$(CH^3)^4Az$ OH diss. + 1/2 SO^4H^2 dil..	+ 15,5
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO....	+ 8,6	CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil.....	+ 0,1
— + 2NaHO.........	+ 14,4	$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil...	+ 7,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO.....	+ 6,3	Paratoluidine diss. + HCl dil......	+ 8,2
— + 2NaHO.........	+ 7,7	Orthochloraniline diss. + HCl dil..	+ 6,3
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO...	+ 6,6	Méta — diss + HCl dil..	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO.....	+ 8,3	Para — diss. + HCl dil..	+ 7,2
+ 2NaHO..........	+ 16,7	Nitraniline + HCl dil..........	+ 1,8
+ 3NaHO..........	+ 18,3	$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.. ..	+ 1,8
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO........	+ 6,4	Glycocolle diss. + HCl dil.........	+ 1,1
+ 2NaHO.............	+ 12,8	Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
+ 3NaHO.............	+ 13,8	Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil....	+ 10,0

(200) ***Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments*** **(C diamant, les autres gazeux),** ***et chaleurs de combustion à pression constante*** **(*état actuel*).**

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe en diamant			+ 3,35		97
Oxyde de carbone C + O	+ 26,1				68,2
Acide carbonique C + O^2	+ 94,3		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone CO + Cl^2	+ 19,1				
Sulfure de carbone C + S^2	— 9,5	— 12,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou 2(C + H)	— 58,1				315,7
Éthylène $C^2 + H^4$ ou 2(C + H^2)	— 14,6				341,1
Éthane $C^2 + H^6$ ou 2(C + H^3)	+ 23,3				372,3
Méthane C + H^4	+ 18,9				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	— 52,6				473,6
Propylène $C^3 + H^6$	— 9,4				499,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 30,5				528,4
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 6,9	+ 12,1			804,4
Diamylène ($C^{10} + H^{20}$)	+ 29,1	+ 36,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	— 10,2	— 3,2	— 0,9		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	— 8,1				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 6,5				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 19,8		1469,2
Citrène —	+ 12,2	+ 21,7			1473,3
Térébenthène liq. —	— 5,2	+ 4,2			1490,8
Cymène $C^{10} + H^{14}$ —		+ 24,4			1401,6
Cétène $C^{16} + H^{32}$		+122,8			2490

	Chaleur de formation, le produit				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10} + H^{8}$			— 23,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			— 33,5		1510,1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			— 44,6		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			— 27		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			— 43,1		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			— 42,4		1707,6
Phénanthrène —			— 35,2		1700,4
Rétène $C^{18} + H^{18}$			— 7,7		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^{4} + O$	+ 53,9	+ 62,3		+ 64,3	170
— éthylique $C^{2} + H^{6} + O$	+ 59,8	+ 69,9		+ 72,4	325,7
Alc. propylique $C^{3} + H^{8} + O$, normal et secondaire		+ 67,9		+ 70,9	478-491
Alcool butylique $C^{4} + H^{10} + O$, fermentation		+ 85,2		+ 88,1	633-637
— amylique $C^{5} + H^{12} + O$, isomères	+ 83,5	+ 94,5		+ 97,3	788-793
— caprylique $C^{5} + H^{18} + O$		+112,8			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+116,6		2565
— allylique $C^{3} + H^{6} + O$		+ 46,9	+ 48,9		442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^{5} + H^{10} + O$		+ 63,5			753
Allyldiméthylcarbinol $C^{6} + H^{12} + O$		+ 65,8			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 88,0			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+124			1509
Diallylméthylcarbinol $C^{8} + H^{14} + O$		+ 36,4			1201
Phénol $C^{6} + H^{6} + O$		+ 33,5	+ 36,8	+ 34,8	736,4
Glycol $C^{2} + H^{6} + O^{2}$		+112,3		+114	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127,9			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+150,4		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+166,4	+170,3	+164,9	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+320,3	+315,7Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+306,8	+303.8Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 51,4			+ 59,7	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 66,5	+ 73,2		+ 79,2	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 18,3	+ 24,4		+ 25,9	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6+H^{10}+O^5)$			+225,8 à 243,8		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+228,8		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+533,8		1355
Ethylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+103,3		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,5		

Aldéhydes.

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 51,1	+ 57,1		+ 60,7	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+106,3			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+166,6			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 58,4	+ 65.9		+ 68,4	424
Aldéhyde propionique —		+ 69,9		+ 73,9	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 769			742
Diéthylacétone, —	+ 81,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 89,1				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 97,1				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 94,4				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 42,2			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 80,1			1063
Méthylal $C^3 + H^8 + O^2$	+119,1	+125,0		+128,2	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+129,8			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 64,8			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss				+ 14,2	
Quinone $C^6 + H^4 + O^2$			+ 47		656,8

Éthers (1).

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,9	+ 94,8		+ 95,9	232 liq.
— d'éthyle $C^3 + H^6 + O^2$	+101,9	+109,3		+111,4	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+118,3	+129,2		+129,6	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+186,2	+184	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+187,2	+197,8		+200,9	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149,9			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+176			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+491		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+595		6601,9
Trioléine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+245			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,9		+ 50,9	311

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98,9			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+150,2		691
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^3$		+156,8			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,8				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,4				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,5	+ 21			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,8	+ 38,2			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 39,1	+ 45,5			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,6	+ 38,3			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 23,4	+ 30,9			
Chloroforme $C + H + Cl^3$	+ 46,6	+ 53,9		+ 45,4	
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 34,5	+ 41,1			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 14,3	+ 22,5			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 45,7	+ 51,7			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq	+ 29,5	+ 36,8			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol	+ 10,3	+ 20,7			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 82,4		+ 83,7	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^3 + O + Cl$	+ 66,5	+ 74,7			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq		+ 65,2			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol		+ 49,9			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 38,5		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 37,6		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^3$			+ 38,5		

(196) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^3H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	1/2 $C^2H^2O^4$ = 4 lit.	1/2 SO^4H^2 = 2 lit.	1/2 H^2S = 8 lit.	HCy = 2 lit.	1/2 CO^2 = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12,7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13,9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13.9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11,9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(197) *Formation de quelques sels dissous.*

Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	$NaHO$ en exc. + $6HCl$	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
$+ 2HCl$	+24,2	$+ 2HBr$	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	$+ 2HI$	+33,8
$+ 2HCl$	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. $+ 3HBr$	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	$+ 4HBr$	+36,8
$+ 2HCl$	+23,6	$+ 3HCl$	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	$+ 4HCl$	+23,8
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. $+ 2HCl$	+10,0
SnO^2 gél. $+ 4HCl$	+ 3,0	$+ 2HBr$	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure $+ 6HCl$	+41,4	$+ 2HI$, pr.	+35,8
$+ 4$ ou $6HCl$	+28,4	$+ 2HCy$, pr.	+44,8

(198) *Sels des acides polybasiques.*

1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8 }	»	11,2 }	14,3
	3e	13,2 }	»	11,5 }	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3 }
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1 }
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4·5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(199) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

	Calories.
HFl diss. + NaHO	+ 16,3
SiH^2Fl^6 + NaHO	+ 13,3
SiH^2Fl^6 + 2NaHO	+ 26,6
SiH^2Fl^6 + 3NaHO	+ 35,0
SiH^2Fl^6 + 6NaHO	+ 61,4
SiH^2Fl^6 + 12NaHO	+ 71,0
6FlH diss. + SiO^2 pr.	+ 32,7
H^2S diss. + NaHO	+ 7,7
H^2S diss. + 2NaHO	+ 7,8
H^2Se diss. + NaHO	+ 7,4
H^2Se diss. + 2NaHO	+ 7,6
$FeCy^6H^4$ diss. + 4KHO	+ 54
$FeCy^6H^4$ diss. + 2BaO	+ 56
$FeCy^6H^4$ diss. + $4AzH^3$	+ 48,8
$FeCy^6H^4$ diss. + 2/3 Fe^2O^3 pr.	+ 25,2
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss. + 6KHO	+ 58
CySH diss. + KHO	+ 14,0
CySH diss. + AzH^3	+ 12,55
AzO^2H diss. + 1/2 BaO	+ 9,3
AzO^2H diss. + AzH^3	+ 8,8
AzO^2H diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 3,4
1/4 Az^4O^3 diss. + KHO	+ 5,3
1/4 Az^4O^3 diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 11,1
ClO^4H dil. + NaHO	+ 14,2
ClO^4H dil. + 1/2 BaO	+ 14,5
ClO^4H dil. + AzH^3	+ 12,9

	Calories.
ClOH dil. + KHO	+ 9,6
ClOH dil. + NaHO	+ 9,5
ClOH dil. + 1/2 BaO	+ 9,8
IO^3H dil. + KHO	+ 14,3
IO^3H dil. + 2KHO	+ 14,7
$S^2O^3H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,0
SO^2 dil. + 2KHO	+ 31,8
SO^2 dil. + $2AzH^3$	+ 25,4
SO^2 dil. + BaO	+ 34,6
SO^2 dil. + KHO	+ 17,9
SO^2 dil. + AzH^3	+ 14,8
SO^2 dil. + 1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
SeO^2 diss. + 2NaHO	+ 27,4
SeO^2 diss. + NaHO	+ 14,8
SeO^3 diss. + 2NaHO	+ 30,4
SeO^3 diss. + NaHO	+ 14,8
PH^3O^2 dil. + NaHO	+ 15,2
PO^3H^3 dil. + NaHO	+ 14,8
PO^3H^3 dil. + 2NaHO	+ 28,4
PO^3H dil. + NaHO	+ 14,5
$P^2O^7H^4$ dil. + 2NaHO	+ 29,6
$P^2O^7H^4$ dil. + 4NaHO	+ 52,8
AsO^4H^3 diss. + NaHO	+ 15
AsO^4H^3 diss. + 2NaHO	+ 27,6
AsO^4H^3 diss. + 3NaHO	+ 35,9
AsO^4H^3 diss. + 6NaHO	+ 37,4

	Calories.
AsO^3H^3 diss. + NaHO	+ 13,8
AsO^3H^3 diss. + 2NaHO	+ 15,1
AsO^3H^3 diss. + 1/2 NaHO	+ 7.3
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8
CrO^3 dil. + KHO	+ 13,5
CrO^3 dil. + 2KHO	+ 25,4
$PtCl^6H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2
$C^3H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7
$C^5H^{10}O^2$ dil. + NaHO	+ 14,0
$C^5H^{10}O^2$ dil. + AzH^3	+ 12,7
$C^4H^6O^4$ diss. + 2NaHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + KHO	+ 13,6
$C^4H^6O^4$ diss. + 2KHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + $2AzH^3$	+ 23,0
$C^5H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12.5
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + NaHO	+ 13.6
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + 1/2 CaO	+ 13,9
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + AzH^3	+ 12,2
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss. + NaHO	+ 13,2
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss. + 2NaHO	+ 15,3
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss. + AzH^3	+ 12,1
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + NaOH	+ 12,7
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + 2NaOH	+ 25,2
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + 1/2BaO	+ 13,9

	Calories.
$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$, glyoxaldisulf. + $2AzH^3$	+ 32,6
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + NaHO	+ 13,1
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 2NaHO	+ 20,4
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 3NaHO	+ 26,4
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss. + 1/2 BaO	+ 13,7
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss. + NaHO	+ 12,9
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss. + 2NaHO	+ 20,5
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss. + NaHO	+ 14,7
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss. + 2NaHO	+ 27,3
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + NaHO	+ 14,4
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 2NaHO	+ 28,0
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 3NaHO	+ 36,7
$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + 2NaHO	+ 26,7
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 1,2,3 NaOH	+ 14,6 × 1,2,3
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 4,5,6 NaOH	+ 13,0 × 4,5,6
C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO	+ 14,1
$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^7H^5(AzO^2)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz. + NaHO	+ 9,3
$C^7H^6O^2$ benzoïque diss. + NaHO	+ 13,5
$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 13,7
— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— + 2NaHO	+ 21,7
— paroxybenz. diss. + NaHO	+ 13,0

	Calories.		Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3	$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO	+ 8,0
C^6H^6O phénol diss. + NaHO ou KHO	+ 7,9	— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
C^6H^6O phénol diss. + AzH^3	+ 2,0	Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH	+ 7,8	Alizarine + NaHO	+ 5,1
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO	+ 9,1	+ 2NaHO	+ 5.8
C^6H^5BrO diss. + NaHO	+ 8,0	$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO	+ 9,3	$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + AzH^3	+ 11,7	AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil	+ 9,2
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 13,7	— + 1/2 H^2SO^4 dil.	+ 10,8
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + 1/2 BaO	+ 13,8	C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil.	+ 13,2
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 8.2	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15 2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss. + NaHO	+ 7,7	+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 12,9
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO	+ 2,8	$(CH^3)^3Az$ triméthyl diss. + HCl dil.	+ 9,0
» β » + NaHO	+ 2,2	+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 8,3
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO	+ 15,6	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO	+ 8,2	+ 1/2 CO^2 diss.	+ 4,4
— + 2NaHO	+ 15,3	$(CH^3)^4Az$ OH diss. + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15,5
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO	+ 8,6	CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil	+ 0,1
— + 2NaHO	+ 14,4	$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil.	+ 7,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO	+ 6,3	Paratoluidine diss. + HCl dil	+ 8,2
— + 2NaHO	+ 7,7	Orthochloraniline diss. + HCl dil.	+ 6,3
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO	+ 6,6	Méta — diss + HCl dil.	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO	+ 8,3	Para — diss. + HCl dil.	+ 7,2
+ 2NaHO	+ 16,7	Nitraniline + HCl dil.	+ 1,8
+ 3NaHO	+ 18,3	$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.	+ 1,8
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO	+ 6,4	Glycocolle diss. + HCl dil.	+ 1,1
+ 2NaHO	+ 12,8	Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
+ 3NaHO	+ 13,8	Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,0

(200) ***Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments*** **(C diamant, les autres gazeux),** ***et chaleurs de combustion à pression constante*** **(*état actuel*).**

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe en diamant			+ 3,35		97
Oxyde de carbone $C + O$	+ 26,1				68,2
Acide carbonique $C + O^2$	+ 94,3		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone $CO + Cl^2$	+ 19,1				
Sulfure de carbone $C + S^2$	— 9,5	— 12,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou $2(C + H)$	— 58,1				315,7
Éthylène $C^2 + H^4$ ou $2(C + H^2)$	— 14,6				341,1
Éthane $C^2 + H^6$ ou $2(C + H^3)$	+ 23,3				372,3
Méthane $C + H^4$	+ 18,9				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	— 52,6				473,6
Propylène $C^3 + H^6$	— 9,4				499,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 30,5				528,4
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 6,9	+ 12,1			804,4
Diamylène $(C^{10} + H^{20})$	+ 29,1	+ 36,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	— 10,2	— 3,2	— 0,9		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	— 8,1				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 6,5				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 19,8		1469,2
Citrène —	+ 12,2	+ 21.7			1473,3
Térébenthène liq. —	— 5,2	+ 4,2			1490,8
Cymène $C^{10} + H^{14}$ —		+ 24,4			1401,6
Cétène $C^{16} + H^{32}$		+122,8			2490

	Chaleur de formation, le produit				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10} + H^{8}$			— 23,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			— 33,5		1510,1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			— 44,6		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			— 27		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			— 43,1		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			— 42,4		1707,6
Phénanthrène —			— 35,2		1700,4
Rétène $C^{18} + H^{18}$			— 7,7		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^{4} + O$	+ 53,9	+ 62,3		+ 64,3	470
— éthylique $C^{2} + H^{6} + O$	+ 59,8	+ 69,9		+ 72,4	325,7
Alc. propylique $C^{3} + H^{8} + O$, normal et secondaire.		+ 67,9		+ 70,9	478-491
Alcool butylique $C^{4} + H^{10} + O$, fermentation		+ 85,2		+ 88,1	633-637
— amylique $C^{5} + H^{12} + O$, isomères	+ 83,5	+ 94,5		+ 97,3	788-793
— caprylique $C^{8} + H^{18} + O$		+112,8			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+116,6		2565
— allylique $C^{3} + H^{6} + O$		+ 46,9	+ 48,9		442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^{5} + H^{10} + O$		+ 63,5			753
Allyldiméthylcarbinol $C^{6} + H^{12} + O$		+ 65,8			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 88,0			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+124			1509
Diallylméthylcarbinol $C^{8} + H^{14} + O$		+ 36,4			1201
Phénol $C^{6} + H^{6} + O$		+ 33,5	+ 36,8	+ 34,8	736,4
Glycol $C^{2} + H^{6} + O^{2}$		+112,3		+114	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127,9			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+150,4		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+166,4	+170,3	+164,9	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+320,3	+315,7Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+306,8	+303.8Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 51,4			+ 59,7	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 66,5	+ 73,2		+ 79,2	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 18,3	+ 24,4		+ 25,9	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6+H^{10}+O^5)$			+225,8 à 243,8		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+228,8		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+533,8		1355
Ethylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+103,3		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,5		

Aldéhydes.

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 51,1	+ 57,1		+ 60,7	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+106,3			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+166,6			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 58,4	+ 65.9		+ 68,4	424
Aldéhyde propionique —		+ 69,9		+ 73,9	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 769			742
Diéthylacétone, —	+ 81,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 89,1				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 97,1				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 94,4				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 42,2			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 80,1			1063
Méthylal $C^5 + H^8 + O^2$	+119,1	+125,0		+128,2	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+129,8			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 64,8			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss.				+ 14,2	
Quinone $C^6 + H^4 + O^2$			+ 47		656,8
Éthers (1).					
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,9	+ 94,8		+ 95,9	232 liq.
— d'éthyle $C^3 + H^6 + O^2$	+101,9	+109,3		+111,4	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+118,3	+129,2		+129,6	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+186,2	+184	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+187,2	+197,8		+200,9	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149,9			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+176			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+491		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+595		6601,9
Trioléine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+245			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,9		+ 50,9	311

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98,9			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+150,2		691
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^3$		+156,8			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,8				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,4				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,5	+ 21			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,8	+ 38,2			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 39,1	+ 45,5			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,6	+ 38,3			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 23,4	+ 30,9			
Chloroforme $C + H + Cl^3$	+ 46,6	+ 53,9		+ 45,4	
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 34,5	+ 41,1			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 14,3	+ 22,5			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 45,7	+ 51,7			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq	+ 29,5	+ 36,8			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol	+ 10,3	+ 20,7			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 82,4		+ 83,7	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^3 + O + Cl$	+ 66,5	+ 74,7			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq		+ 65,2			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol		+ 49,9			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 38,5		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 37,6		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^3$			+ 38,5		

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés azotés.					
Ethylamine $C^2 + H^7 + Az$	+ 20,4			+ 33,3	409,7
Triméthylamine $C^3 + H^9 + Az$	+ 8,6			+ 4,3	592
Aniline $C^6 + H^7 + Az$	− 21,6	− 13		− 13,2	818,5
Oxamide $C^2 + H^4 + Az^2 + O^2$			+140,6		286
Fulminate de mercure $C^2 + Az^2 + Hg + O^2$			+ 63,5		250,9 (Hg lib.)
Poudre-coton $C^{24} + H^{29} + Az^{11} + O^{42}$			+631,0		2633
Nitrobenzine $C^6 + H^5 + Az + O^2$		+ 14,5	+ 8,7		732
Binitrobenzine $C^6 + H^4 + Az^2 + O^4$. (ortho)			+ 0,3		703,5
Acide picrique $C^6 + H^3 + Az^3 + O^7$.			+ 50,9	+ 42,8	618,4
Picrate de potassium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + K$			+115,3	+105,3	619,7 (bic.)
— d'ammonium $C^6 + H^6 + Az^4 + O^7$			+ 81,9	+ 73,2	690,9
— de sodium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + Na$			+107,1	+100,7	
— de calcium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ca$			+ 97	+ 98,1	
— de strontium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Sr$			+102,3	+102,7	
— de baryum $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ba$			x+39,8	x+37,4	
— de magnésium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Mg$			+ 90,8	+ 98,2	
— de zinc $C^6 + H^2 + A^3 + O^7 + 1/2\ Zn$			+ 55,6	+ 61,4	
— de cuivre $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Cu$			+ 34,4	+ 36	
— de plomb $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Pb$			+ 46,5	+ 43	
Cyanogène $C^2 + Az^2$	− 73,9			− 67,1	262,5
Ac. cyanhydrique $C + Az + H$	− 29,2	− 23,5		− 23,1	158 (gaz)
Nitrate de diazobenzol $C^6 + H^5 + Az^3 + O^3$			+ 45,6		782,9

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Acides.					
Acide formique $C + H^2 + O^2$	+ 90,7	+101,5	+104	+101,6	61,7 (liq.)
— acétique $C^2 + H^4 + O^2$	+107,1	+117,2	+119,7	+117,6	209,4 (liq.)
— propionique $C^3 + H^6 + O^2$		+123			366,9
— butyrique $C^4 + H^8 + O^2$	+118,5	+128,5		+129,5	524,7
— isobutyrique $C^4 + H^8 + O^2$		+135,4			517,8
— valérique $C^5 + H^{10} + O^2$	+148,9	+159,5	+150,3		674
— caproïque $C^6 + H^{12} + O^2$		+149,8			830
— caprylique $C^8 + H^{16} + O^2$		+167,7			1138,7
— nonylique $C^9 + H^{18} + O^2$		+182,3			1287,4
— laurique $C^{12} + H^{24} + O^2$			+199,2		1759,7
— myristique $C^{14} + H^{28} + O^2$			+224,4		2061,8
— margarique ou palmitique $C^{16} + H^{32} + O^2$			+241		2371,8
— stéarique $C^{18} + H^{36} + O^2$			+260,4		2678,9
— oxalique $C^2 + H^2 + O^4$			+197,6	+195,3	60
— malonique $C^3 + H^4 + O^4$			+220,9		207,6
— succinique $C^4 + H^6 + O^4$			+239,4	+233,0	354
— lactique $C^3 + H^6 + O^3$		+168,6			329,5
— citrique $C^6 + H^8 + O^7$			+276,9		480,1
— benzoïque $C^7 + H^6 + O^2$			+ 95,6		771,5
— salicylique $C^7 + H^6 + O^3$			+139	+132,6	734
— paroxybenzoïque $C^7 + H^6 + O^3$			+140,2	+134,6	733
— quinique $C^7 + H^{12} + O^6$			+240,4		833,7
— cuminique $C^{10} + H^{12} + O^2$			+119		1237,7
Anhydride acétique $C^4 + H^6 + O^3$	+141	+149,8			434,4
— propionique $C^6 + H^{10} + O^3$		+163,8			747

(201) *Chaleur de formation de divers composés organiques.*

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant : tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Chlorure de méthyle	$CH^4O + HCl - H^2O$	+ 11,9		
Bromure —	$CH^4O + HBr - H^2O$	+ 9,0		
Iodure —	$CH^4O + HI - H^2O$	+ 19,5	+ 28,4	
Formiate —	$CH^4O + CH^2O^2 - H^2O$	— 4,5	— 8,2	— 7,4
Chlorure d'éthyle liq.	$C^2H^6O + HCl - H^2O$	+ 14,8	+ 21,0	
— — liq.	$C^2H^4 + HCl$		+ 38,4	
Bromure — liq.	$C^2H^6O + HBr - H^2O$	+ 15,8	+ 22,3	
— — liq.	$C^2H^4 + HBr$		+ 39,5	
Iodure — liq.	$C^2H^6O + HI - H^2O$	+ 21,0	+ 28,4	
— — liq.	$C^2H^4 + HI$		+ 46,5	
Monochlorhydrine du glycol	$C^2H^6O^2 + HCl - H^2O$		+ 17,1	— 0,6
— —	C^2H^4O gaz $+ HCl$		+ 36,0	
Formiate d'éthyle	$C^2H^6O + CH^2O^2 - H^2O$	— 11,1	— 13,9	— 13,5
Acétate —	$C^2H^6O + C^2H^4O^2 - H^2O$	— 6,1	— 2,0	— 1,8
Oxalate —	$2C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$		— 3,8	— 1,5
Acide éthyloxalique diss.	$C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$			— 3,6
Oxalate de méthyle sol.	$2CH^4O + C^2H^2O^4 - 2H^2O$		+ 1,6	— 3,4
Azotate d'éthyle	$C^2H^6O + AzO^3H - H^2O$		+ 6,2	— 2,6
Nitroglycérine	$C^3H^8O^3 + 3AzO^3H - 3H^2O$		+ 14,1	+ 2,7
Nitromannite sol.	$C^6H^{14}O^6 + 6AzO^3H - 6H^2O$		+ 23,4	+ 15,0
Oxyde d'éthyle	$2C^2H^6O - H^2O$	+ 3,0	— 0,3	+ 0,5
Acide méthylsulfurique	$CH^4O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 13,8	— 5,1
— éthylsulfurique	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 14,7	— 4,7

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant: tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide iséthionique	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 16,0	− 3,4
— propylsulfurique	$C^3H^8O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15,9	− 4,0
— isopropylsulfurique	— (1)		+ 17,1	− 3,3
— isobutylsulfurique	$C^4H^{10}O$ ferm.) + $H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 17,6	− 2,2
— amylsulfurique	$C^5H^{12}O$ (ferm.) + $H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 19,5	− 0,2
— glycérylsulfurique	$C^4H^8O^3 + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15,2	− 3,2
Chlorhydrate d'amylène	C^5H^{10} liq. + HCl		+ 17,6	
Bromhydrate —	C^5H^{10} liq. + HBr		+ 15,2	
Iodhydrate —	C^5H^{10} liq. + HI		+ 14,8	
Bromure d'éthylène	$C^2H^4 + Br^2$ liquide		+ 29,3	
Acide éthylsulfurique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ pur			+ 31,6
— —	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 14,7
— iséthionique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 16,0
— —	$C^2H^6O + SO^3$			+ 36,4
Éthylsulfate de sodium	$C^2H^6O + H^2SO^4 + NaHO - H^2O$		+ 40,6	
— de baryum	$C^2H^6O + H^2SO^4 + 1/2\ BaO^2H^2 - H^2O$		+ 33,2	
Éthylate de sodium	$C^2H^6O + NaHOH - H^2O$ solide		+ 0,2	
— de baryum	$C^2H^6O + 1/2\ BaH^2O^2$ —		− 0,8	
Méthylate de sodium	$C^2H^4O + NaHO$ —		+ 1,3	
Glycolate —	$C^2H^3O^3Na + NaHO - H^2O$		+ 0,1	
Acide phénylsulfureux	$C^6H^6 + SO^4H^2$			− 2,6
— crésylsulfureux	$C^7H^8 + SO^4H^2$			− 1,4
Aldéhyde	$C^2H^4 + O$	+ 65,6	+ 71,6	
Acide acétique	$C^2H^4 + O^2$		+ 131,7 liq.	

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide acétique	$C^2H^4O + O$	+ 60,1	+ 60,1	
— —	$C^2H^6O + O^2$		+116,3	
— oxalique	$C^2H^2 + O^4$		+255,7	
— —	$C^2H^4O^2$ liq. + $O^3 - H^2O$		+149,4	
— formique	$CH^4O + O^2$		+108,3	
Aldéhyde propionique	$C^3H^6 + O$		+ 79,3	
Acétone	—		+ 75,3	
Acide propionique	$C^3H^6 + O^2$		+132,4	
— —	$C^3H^6O + O$		+ 53,1	
— valérique liq	$C^5H^{12}O + O^2 - H^2O$		+131	
— margarique sol	$C^{16}H^{34}O + O^2 - H^2O$		+193,3	
Formiamide	CH^2O^2, AzH^3, diss. — H^2O			— 1,0
Acide cyanhydrique	— diss. — $2H^2O$			— 10,4
Oxamide sol	$C^2H^2O^4$, $2AzH^3$, crist. — $2H^2O$		— 2,4	
Chlorure d'acétyle	$C^2H^4O^2 + HCl$ gaz — H^2O		— 5,5	
Bromure —	$C^2H^4O^2 + HBr$ — — H^2O		— 2,9	
Iodure —	$C^2H^4O^2 + HI$ — — H^2O		— 1,8	
Chlorure de butyryle	$C^4H^8O^2 + HCl$ — — H^2O		— 3,8	
Bromure —	$C^4H^8O^2 + HBr$ — — H^2O		— 1,9	
Chlorure de valéryle	$C^5H^{10}O^2 + HCl$ — — H^2O		— 2,5	
Bromure —	$C^5H^{10}O^2 + HBr$ — — H^2O		— 1,7	
Benzine chloronitrée	$C^6H^5Cl + AzO^3H - H^2O$		+ 36,4	
Acide nitrobenzoïque	$C^7H^6O^2 + AzO^3H - H^2O$		+ 36,6	
Nitronaphtaline	$C^{10}H^8 + HAzO^3 - H^2O$		+ 36,5	

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Nitrotoluène	$C^7H^8 + AzO^3H - H^2O$		+ 38,0	
Chlorure de méthyle	$CH^4 + Cl^2 - HCl$	+ 32,0		
Chlorure de méthylène	$CH^3Cl + Cl^2 - HCl$	+ 24,8	+ 31,2	
Bromure de méthyle	$CH^4 + Br^2 - HBr$	+ 12,1	+ 4,1	
Iodure —	$CH^4 + I^2 - HI$	— 5,1	— 9,7	
Chlorure d'éthyle	$C^2H^6 + Cl^2 - HCl$	+ 54,8	+ 61,2	
— d'éthylidène	$C^2H^5Cl + Cl^2 - HCl$	+ 17,4	+ 17,4	
Bromure d'éthyle	$C^2H^6 + Br^2 - HBr$	+ 38,8	+ 36,7	
Iodure —	$C^2H^6 + I^2 - HI$	+ 16,3	+ 13,0	
Monochlorh. du glycol	$C^2H^6O^2 + Cl^2 - HCl$		+ 33,0	
Phénol monobromé	$C^6H^6O + Br^2 - HBr$		+ 12,1	
— bibromé	$C^6H^6O + 2Br^2 - 2HBr$		+ 20,4	
— tribromé	$C^6H^6O + 3Br^2 - 3HBr$		+ 31,0	
Résorcine tribromée	$C^6H^6O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,9	
Orcine —	$C^7H^8O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,4	
Phénol quadribromé	$C^6H^3Br^3O + Br^2 - HBr$		— 6,4	
Chlorure de cyanogène	$CyAzH + Cl^2 - HCl$	+ 15,8	+ 18,4	
Iodure —	$CyAzH + I^2 - HI$		— 20,9	
Diamylène	$2C^5H^{10}$	+ 15,4	+ 11,8	
Benzine	$3C^2H^2$		+ 171	
Acide cyanurique sol.	$3CAzOH$ liq.		+ 43,2	
Glycolide par glyoxal	$C^2H^2O^2$		+ 4,9	
Acide paroxybenz. par salicylique	$C^7H^6O^3$		+ 1,2	

Propriétés principales des corps organiques.

(202) *Alcools et dérivés de la série grasse.*

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Série méthylique.						
Acétate de méthyle...........	$CH^3.C^2H^3O^2$	74	0,959/0°	liq.	57,1	ts.
— de méthylène.........	$CH^2(C^2H^3O^2)^2$	132		liq.	170 ?	
Acide cyanhydrique..........	CAzH	27	0,706/7°	— 14	26,1	∞
— formique.............	CH^2O^2	46	1,2227/0°	8.5	105,3	∞
Alcool méthylique............	CH^4O	32	0,798/15°	liq.	66,3	∞
Benzoate de méthyle..........	$CH^3.C^7H^5O^2$	136	1,1026	liq.	199,7	i.
Bromoforme..................	$CHBr^3$	253	2,9/12°	liq.	152	i.
Bromure (tétra) de carbone...	CBr^4	332	3,42	91	189 déc.	i.
— de méthyle.........	CH^3Br	95	1,732/0°	liq.	13	ps.
Butyrate de méthyle..........	$CH^3.C^4H^7O^2$	102	0,920/0°	liq.	102,75	i.
Chloroforme.................	$CHCl^3$	120	1,52640/0	— 70	61,2	i.
Chloropicrine................	$CCl^3(AzO^2)$	165	1,6	liq.	112	i.
Chlorure (tétra) de carbone....	CCl^4	154	1,6298/0°	liq.	78,1	i.
— de méthyle.........	CH^3Cl	40,5	0,991	— 23°,7	— 23,7	ps.
— de méthylène.......	CH^2Cl^2	85	1,36/0°	liq.	41,6	i.
Cyanurate de méthyle........	$(AzC.OCH^3)^3$	171		132		bs.
— (iso) —	$(CO\ Az.CH^3)^3$	171		175	295	
Cyanure de méthyle (acétonitrile).	$CH^3.CAz$	41	0,819/16	— 41	82	s.
Isocyan. — (carbylamine)	$CH^3.AzC$	41	0,756/14°	— 45	59,6	10
Formiamide..................	$CHO.AzH^2$	45		liq.	192	s. déc.
Formiate de méthyle........	$CH^3.CO^2H$	60	1,0032/0°	liq.	31,8	ps.
Iodoforme...................	CHI^3	394	2 env.	119	vol.	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion	P. d'ebull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure de méthyle	CH^3I	142	2,1992/0°	liq.	43°,8	1,75
Méthylal	$CH^2(OCH^3)^2$	76	0,885/18°	liq.	42	33
Méthylamine (mono)	$CH^3.AzH^2$	31			0	100 v.
— (di)	$(CH^3)^2AzH$	45		liq.	8	s.
— (tri)	$(CH^3)^3Az$	59		liq.	9,3	i.
Méthylphosphine (mono)	$CH^3.PH^2$	48			— 14	ts.
— (di)	$(CH^3)^2PH$	62	< 1	liq.	25	i.
— (tri)	$(CH^3)^3P$	76	> 1	liq.	40	i.
Nitrate de méthyle	$CH^3.AzO^3$	77	1,182/22°	liq.	66	ps.
Nitrite —	$CH^3.AzO^2$	61			— 12	
Oxalate —	$(CH^3)^2C^2O^4$	118	1,1566	51	163,5	ps. déc.
Salicylate —	$CH^3.C^7H^5O^3$	152	1,197/0°	liq.	224	ps.
Sulfocyanate de méthyle	$AzC.SCH^3$	73	1,088/0°	liq.	133	
— (iso) —	$SC.AzCH^3$	73		34	119	
Sulfure de méthyle	$(CH^3)^2S$	62	0,845/21°	liq.	41	i.
Urée (carbamide)	$CO(AzH^2)^2$	60	1,328	132	déc.	100
Série éthylique.						
Acétate d'éthyle	$C^2H^5.C^2H^3O^2$	88	0,924/0°	liq.	77,15	9
Acétal	$CH^3.CH(OC^2H^5)^2$	118	0,831/20°	liq.	104	6
Acétamide	$CH^3.CO.AzH^2$	59	1,159	78	222	ts.
Acétine (di) éthylidénique	$CH^3.CH(C^2H^3O^2)^2$	146	1,07/0°	liq.	168,8	déc.
— (mono) du glycol	$CH^2.OH.CH^2.C^2H^3O^2$	107	> 1	liq.	182	s.
— (di) —	$(CH^2.C^2H^3O^2)^2$	146	1,128	liq.	186	ps.
Acétochlorhydr. éthylidénique	$CH^3.CHCl(C^2H^3O^2)$	123		liq.	120	déc.
— glycol	$CH^2Cl.CH^2(C^2H^3O^2)$	123	1,178	liq.	145	i.
Acide acétique	$CH^3.CO^2H$	60	1,08010	16	117,3	∞
— chloracétique	$CH^2Cl.CO^2H$	95	1,395/73°	62	186	ts

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide dichloracétique	$CHCl^2.CO^2H$	129	1,521/15°	120°	189°	ts.
— glycolique	$CH^2OH.CO^2H$	76		80	déc.	∞
— glyoxylique	$COH.CO^2H$, aq.	92		sirup.		ts.
— oxalique	$(CO^2H)^2$, 2 aq.	126	1,63/0°	100	déc. part.	§ 170
— sulfocyanacétique (iso)	$CS.Az.CH^2.CO^2H$	117		< 100	subl.	bs.
— trichloracétique	$CCl^3.CO^2H$	164	1,62/46°	52,3	197	ts.
Alcool éthylique	$CH^3.CH^2OH$	46	0,8026/0°	— 130	78,05	∞
Alcoolate de chloral	$CCl^3.CH.OH.OC^2H^5$	194	1,1434/0°	56	116	s.
Aldéhyde	$CH^3.CHO$	44	0,806/0°	liq.	20,8	∞
Aldéhydate d'ammoniaque	$CH^3.CH.OH.AzH^2$	61		75	100	ts.
Anhydride acétique	$(CH^3.CO)^2O$	102	1,073/20°	liq.	137,5	déc.
Arséniate d'éthyle	$AsO^4(C^2H^5)^3$	226		liq.	237	déc.
Arsénite —	$AsO^3(C^2A^5)^3$	210		liq.	165	déc.
Benzoate d'éthyle	$C^7H^5O^2.C^2H^5$	150	1,050/16°	liq.	213,4	i : bps.
Borate —	$BO^3(C^2H^5)^3$	146	0,887/0°	liq.	120	déc.
Bromal	$CBr^3.COH$	281		— 20	172	i.
Bromure d'éthyle	$CH^3.CH^2Br$	109	1,460/20°	liq.	38,8	tps.
— d'éthylène	$CH^2Br.CH^2Br$.	188	2,183/20°	9,5	131,4	i.
— d'éthylidène	$CH^3.CHBr^2$	188			114	i.
Butyrate d'éthyle	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,891/20°	liq.	121	i.
— (iso) —	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,871/18°	liq.	110,1	i.
Caprate d'éthyle	$C^{10}H^{19}O^2.C^2H^5$	200	0,862	liq.	243	i.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^2H^5$	144	0,882	liq.	162	i.
Caprylate —	$C^8H^{15}O^2.C^2H^5$	172	0,8738/15°	liq.	214	i.
Carbonate —	$CO^3(C^2H^5)^2$	112	0,976/20°	liq.	126,4	i.
Chloral	$CCl^3.COH$	148	1,512/20°	— 75	99,1	s.
— hydraté	$CCl^3.CH(OH)^2$	166	1,833	57	98 déc.	s.
Chloracétate d'éthyle	$CH^2Cl.CO^2.C^2H^5$	123	1,586/20°		145	

Corps.	Formules.	P. molés.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
Chloréthylate d'éthylidène....	$CH^3.CH.Cl.(OC^2H^5)$	109		liq.	97°	i.
Chlorhydrine du glycol.......	$CH^2OH.CH^2Cl$	81		liq.	128	∞
Chlorocarbonate d'éthyle......	$CO.Cl.(OC^2H^5)$	109	1,139/15°	liq.	94	déc.
Chlorure d'acétyle............	$CH^3.COCl$	79	1,105/20°	liq.	50,9	déc.
Chlorure d'acétyle chloré.. ...	$CH^2Cl.COCl$	113		liq.	106	déc.
— — bromé......	$CH^2Br.COCl$	158		liq.	127	déc.
— — trichloré....	$CCl^3.COCl$	183	1,608/18°	liq.	118	déc.
— d'éthyle............	$CH^3.CH^2Cl$	645	0,925/0°	liq.	12,5	2
— d'éthylène..........	$CH^2Cl.CH^2Cl$	99	1,252/20°	liq.	84,7	i.
— d'éthylidène	$CH^3.CHCl^2$	99	1,174/20°	liq.	57,5	i.
— d'éthyle bichloré....	$CH^3.CCl^3$	134	1,372/16°	liq	75	i.
— — perchloré...	$CCl^3.CCl^3$	237	2 ?	187	182?	i.
Cyanate d'éthyle........ ...	$AzC.O.C^2H^5$	71	1,217/15°	liq.	162 déc.	i.
— (iso) —	$CO.Az.C^2H^5$	71	0,898	liq.	60	déc.
Cyanurate —	$(CO.Az.C^2H^5)^3$	213		95	253	ps.
Cyanure d'acétyle	$CH^3.CO.CAz$	69	< 1		93	
Cyanure d'éthyle (propionitrile)	$Az.C.C^2H^5$	55	0,7998/4°	liq.	96,7	tps.
Cyan. (iso) — (éthylcarbylam.)	$C.Az.C^2H^5$	55	0,7591/4°	liq.	78,1	i.
Cyanure d'éthylène..........	$C^2H^4(CAz)^2$	80	1,023/45°	37	déc.	
Cyanocarbonate d'éthyle......	$AzC.CO^2.C^2H^5$	99	< 1	liq.	115	i.
Diacétamide	$(C^2H^3O)^2AzH$	98		59	212	s.
Dichloracétal	$CHCl^2.CH(OC^2H^5)^2$	187		liq.	182	i.
Dichloracétamide	$CHCl^2.CO.AzH^2$	128		96	233	i.
Diéthylamine	$(C^2H^5)^2AzH$	73		liq.	57	s.
Diéthyloxamate d'éthyle......	$(OC^2H^5).C^2O^2.Az(C^2H^5)^2$	173		liq.	254	i.
Diéthyloxamide	$(CO.AzH.C^2H^5)^2$	144		subl.	déc.	ps.
Diéthylphosphine	$(C^2H^5)^2PH$	90		liq.	85	i.
Diéthylsulfone	$(C^2H^5)^2SO^2$	122		70 sub	248	s.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Ethylamine	$C^2H^5.AzH^2$	45	0,696	liq.	18°,7	∞
Ethylène bromé	$CH^2.CHBr$	107	1,52	liq.	23	i.
Ethylène perchloré	$CCl^2.CCl^2$	168	1,612/10°	liq.	116,7	i.
Ethylphosphine	$C^2H^5.PH^2$	62	< 1	liq.	25	
Formiate d'éthyle	$C^2H^5.CHO^2$	74	0,948/0°	liq.	54,3	11
Glycocolle	$AzH^2.CH^2.CO^2H$	75		170 ?	déc.	23
Glycol	$CH^2OH.CH^2OH$	62	1,125	— 11,5	197,5	∞
Glycolamide	$CH^2.OH.CO.AzH^2$	75		120		s.
Glyoxal	$CHO.CHO$	58		dél.	déc.	s.
Iodure d'éthyle	C^2H^5I	156	0,944/15°	liq.	72,3	tps.
Nitrate d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO^2$	91	1,112/15°	liq.	87,2	i.
Nitréthane	$C^2H^5.Az.O^2$	75	1,0582/13°	liq.	114	i.
Nitrite d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO$	75	0,940/15°	liq.	17	i.
Œnanthylate d'éthyle	$C^2H^5.C^7H^{13}O^2$	158	0,8735/16°	liq.	188	i.
Orthocarbonate —	$C(OC^2H^5)^4$	192	0,925	liq.	158	i.
Orthoformiate —	$CH(OC^2H^5)^3$	148		liq.	146	i.
Oxalate —	$(CO^2.C^2H^5)^2$	146	1,082/18°	liq.	186	ps. déc.
Oxyde — (éther)	$(C^2H^5)^2O$	74	0,736/0°	liq.	34,8	8
— d'éthyle-méthyle	$C^2H^5.O.CH^3$	60		liq.	11	ps.
Oxamide	$CO(AzH^2)^2$	88		déc.		i : bps.
Oxaméthane	$AzH^2.CO.CO.OC^2H^5$	117	0,808/19°	114	220	s.
Paraldéhyde	$C^6H^{12}O^3$?	132	0,998/15°	10,5	124	12
Pélargonate d'éthyle	$C^2H^5.C^9H^{17}O^2$	186	0,86	liq.	216	i.
Phosphate —	$PO^4(C^2H^5)^3$	182	1,072	liq.	203	déc.
Propionate —	$C^2H^5.C^3H^5O^2$	102	0,912/0°	liq.	99	i.
Salicylate —	$C^6H^4(OH)CO^2.C^2H^5$	166	1,18/20°	liq.	221	i.
Sébate —	$(C^2H^5)^2C^{10}H^{16}O^4$	258	< 1	— 9	308	i.
Silicate	$SiO^4(C^2H^5)^4$	208		liq.	165	déc. lent.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Disilicate hexéthylique.......	$Si^2O^7(C^2H^5)^6$	342		liq.	233°	déc. lent.
Succinate d'éthyle..	$(C^2H^5)^2C^4H^4O^4$	174	1,0718/0°	liq.	217,5	i.
Sulfate —	$SO^4(C^2H^5)^2$	154	1,1837	liq.	208 déc.	i.
Sulfhydrate — (mercaptan)	$C^2H^5.S.H$	62	0,835/21°	— 22	36,5	1,5
Sulfite —	$SO^3(C^2H^5)^2$	138	0,106/0°	liq.	161,4	i.
Sulfocyanate —	$C^2H^5.S.CAz$	87	1,033/0°	liq.	146	i.
— (iso) —	$C^2H^5.Az.CS$	87	1,019/0°	liq.	133	i.
Sulfure —	$(C^2H^5)^2S$	90	0,825/20°	liq.	91	i.
Bisulfure —	$(C^2H^5)^2S^2$	122	0,9927/20°	liq.	153	i.
Sarcosine, méthylglycocolle ...	$CO^2H.CH^2.AzHCH^3$	89		100 déc.	.	s.
Tartrate d'éthyle.............	$(CH.OH.CO^2.C^2H^5)^2$	206	1,199/20°	liq.	162 vide	s.
Triéthylamine................	$(C^2H^5)^3Az$	101		liq.	89	ps.
Triéthylphosphine...........	$(C^2H^5)^3P$	118	0,812	liq.	127,5	i.
Valérate (iso) d'éthyle.........	$C^2H^5.C^5H^9O^2$	130	0,872/18°	liq.	134,3	i.
Série propylique.						
Hydrure de propyle (propane)..	$(CH^3)^2CH^2$	44			— 17	i.
Acétate d'allyle	$CH^2 : CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	100		liq.	97	ps.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2.CH.(C^2H^3O^2)$	102		liq.	91,3	i.
— de propargyle	$CH\vdots C\ CH^2.C^2H^3O^2$	98	1,005/20°	liq.	123	
— de propyle............	$C^3H^7.C^2H^3O^2$	102	0,910/0°	liq.	101,55	i.
Acétodichlorhydrine glycérique	$C^3H^5.(C^2H^3O^2)Cl^2$	171	1,283	liq.	205	ps.
Acétomonochlorhydrine —	$C^3H^5.(OH)Cl(C^2H^3O^2)$	153		17	250	i.
Acétone....................	$CH^3.CO.CH^3$	58	0,810/0°	liq.	56,4	∞
Acide acrylique	$CH^2 : CH\ CO^2H$	72		10	140	∞
— bromopropionique α...	$CH^3.CHBr.CO^2H$	153		— 17	202	∞
— — β....	$CH^2Br.CH^2.CO^2H$	153		61,5		

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide chloropropionique α....	$CH^3.CHCl.CO^2H$	109	1,28/0°	liq.	186°	∞
— — β....	$CH^2Cl.CH^2.CO^2H$	109		40,5		
— dichloropropionique....	$CH^2Cl.CHCl.CO^2H$	143		50	210 déc.	s.
— glycérique.............	$CH^2OH.CHOH.CO^2H$	108		liq.	déc.	∞
— hydracrylique	$CH^2(OH).CH^2.CO^2H$	90		liq.	déc.	∞
— iodopropionique β......	$CH^2I.CH^2.CO^2H$	200		82		bts.
— lactique de ferment.....	$CH^3.CH(OH).CO^2H$	90	1,215/20°	liq.	déc.	∞
— malonique............	$CH^2(CO^2H)^2$	104		132	déc.	s.
— mésoxalique...........	$CO(CO^2H)^2$, aq.	136		115	déc.	ts.
— propionique	$CH^3.CH^2.CO^2H$	74	0,992/18°	— 21	141	∞
— pyruvique.....	$CH^3.CO.CO^2H$	88	1,29	liq.	167	ts.
— tartronique...........	$CH.OH:(CO^2H)^2$	120		175 déc.		s.
Acroléine..................	$CH^2:CH.COH$	56	0,841/20°	liq.	52	2,5
Alanine	$CH^3.CH(AzH^2).CO^2H$	89		sub. 200	déc.	22 : bts.
Alcool allylique............	$CH^2:CH.CH^2OH$	58	0,871/0°	liq.	97	∞
— isopropylique.........	$(CH^3)^2CHOH$	60	0,800/0°	liq.	83	∞
— propargylique.........	$CH:C.CH^2OH$	56	0,972/20°	liq.	114	ts
— propylique	$CH^3.CH^2.CH^2OH$	60	0,820/0°	liq.	97	∞
Aldéhyde propionique.........	$CH^3.CH^2.COH$	58	0,8075/21°	liq.	48,7	∞
Allylamine	$CH^2:CH.CH^2AzH^2$	57		liq.	58	
Anhydride propionique.	$(C^3H^5O)^2O$	130	1,017/15°	liq.	168	déc.
Bromhydrine (mono) glycérique	$C^3H^7BrO^2$	155		liq.	180 vid.	s.
— (di) —	$CH^2Br.CH^2(OH).CH^2Br$	218	2,11/18°	liq.	219	ps.
— (isodi) —	$CH^2Br.CHBr.CH^2OH$	218		liq.	213	ps.
— (tri) —	$CHBr(CH^2Br)^2$	281	2,41 à 10° liq.	16,5	219	i.
Bromure d'allyle.	$CH^2:CH.CH^2Br$	121	1,434/16°	liq.	70	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHBr$	123	1,340/0°	liq.	61	i.
— de propargyle.......	$CH:C.CH^2Br$	119	1,52/20°	liq.	89	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Bromure de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2Br$	123	1,383/0°	liq.	71°	i.
— de propylène........	$CH^3.CHBr.CH^2Br$	202	1.974	liq.	142	i.
— de triméthylène.....	$(CH^2Br)^2CH^2$	202	2,018/0°	liq.	163	i.
Chlorhydrodiacétine glycérique	$C^3H^5Cl(C^2H^3O^2)^2$	195	1,243	liq.	245	i.
Chlorhydrine (mono) —	$CH^2OH.CHOH.CH^2Cl$	111	1,31	liq.	227	∞
— (isomono) —	$(CH^2OH)^2CHCl$	111	1.4/13°	liq.	232	s.
— (di) —	$CH^2OH.CHCl.CH^2Cl$	129	1.38/0°	liq.	185	ps.
— (isodi) —	$(CH^2Cl)^2CH.OH$	129	1,383/19°	liq.	174	ps.
Chlorhydrine (tri) glycérique..	$(CH^2Cl)^2CHCl$	148	1.417/15°	liq.	158	i.
Chlorure d'allyle.............	$CH^2:CH.CH^2Cl$	77	0,954/0°	liq.	46,5	i.
— de propionyle.......	$CH^3.CH^2.COCl$	93	1.065	liq.	80	déc.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHCl$	79	0,883/0°	liq.	36	i.
— de propyle.........	$CH^3.CH^2.CH^2Cl$	79	0.915/0°	liq.	45	i.
— de propylène	$CH^3.CHCl.CH^2Cl$	113	1,1656/14°	liq.	96.8	i.
— de propylidène......	$CH^3.CH^2.CHCl^2$	113	1,143/10°	liq.	86	i.
— — (iso) ..	$CH^3.CCl^2.CH^3$	113	1,827/16°	liq.	69,7	i.
Cyanure d'allyle.............	$CH^2:CH.CH^2.CAz$	67	0,839/13°	liq.	118.3	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CAz$	69		liq.	108	i.
— de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2.CAz$	69	0,795/2°	liq.	116	i.
Dichloracétone	$CHCl^2.CO.CH^3$	127	1,236/21°	liq.	120	i.
Epichlorhydrine....	C^3H^5OCl	93	1,194/12°	liq.	118	i.
Ethylate de propargyle........	$CH:C.CH^2.O.CH^2.CH^3$	84	0,83/7°	liq.	83	i.
Formiate d'allyle.............	$CH^2:CH.CH^2(CHO^2)$	86	0,93/17°	liq.	82	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CHO^2$	88		liq.	66	i.
— de propyle.........	$CH^3.CH^2.CH^2(CHO^2)$	88	0,929/0°	liq.	80,9	i.
Glycérine....................	$(CH^2.OH)^2CH.OH$	92	1,26/15°	17	290,4	∞
Glycol propylénique........	$CH^3.CHOH.CH^2OH$	76	1,051/0°	liq.	188	∞
— triméthylénique.......	$CH^2(CH^2.OH)^2$	76	1,053/19°	liq.	216	∞

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure d'allyle	$CH^2:CH\ CH^2I$	168	1,87/0°	liq.	101°	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHI$	170	1,70/15°	liq.	91	i.
— de propyle	$CH^3.CH^2.CH^2I$	170	1,784	liq.	104,5	i.
Isocyanure d'allyle	$CH^2:CH.CH^2.AzC$	67	0,796/17°	liq.	100	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.AzC$	69	0,7596/0°	liq.	87	i.
Isopropylamine	$(CH^3)^2CH.AzH^2$	59	0,69	liq.	32	s.
Lactide	$C^3H^4O^2$	72		124,5	255	ps.
Nitrate d'isopropyle	$AzO^3.CH(CH^3)^2$	105	1,054/0°	liq.	101	i.
Nitroglycérine	$C^3H^5(AzO^3)^3$	227	1,60	9	déc.	i.
Nitroisopropane	$CH^3.CH(AzO^2).CH^3$	89	0,718/20°	liq.	117	
Propylamine	$C^3H^7.AzH^2$	59		liq.	50	s.
Propylène bromé α	$CH^2:CBr.CH^3$	121	1,36/19°	liq.	48	i.
— — β	$CH^3.CH:CHBr$	121	1,428/19°	liq.	60	i.
Sinapoline (diallylurée)	$CO(AzH.C^3H^5)^2$	140		100	170 déc.	bs.
Sinnamine (allylmélamine)	$C^3Az^6(C^3H^5)^3H^3$	252		100		s.
Sulfhydrate d'allyle	$C^3H^5.SH$	74		liq.	90	i.
Sulfocyanate —	$C^3H^5.S.CAz$	99	1,071/0°	liq.	161	i.
— (iso) — (ess. de moutarde)	$C^3H^5.Az.CS$	99	1,036/0°	liq.	150,7	ps.
Sulfure d'allyle	$(C^3H^5)^2S$	114		liq.	140	i.
Tétrachlorure d'isopropylidène	$CHCl^2.CCl^2.CH^3$	182	1,47/13°	liq.	153	i.
Thiosinnamine (allylsulfo-urée)	$AzH^2.CS.AzH(C^3H^5)$	116		74		s.
Triacétine glycérique	$C^9H^{14}O^6$	218	1,174/8°	liq.	268	i.
Tributyrine —	$C^{15}H^{26}O^6$	302	1,056/8°	liq.		i.
Trilaurine —	$C^{39}H^{74}O^6$	638		45		i.
Trimyristine	$C^{45}H^{86}O^6$	722		31		i.
Tripalmitine	$C^{51}H^{98}O^6$	806		60		i.
Tristéarine	$C^{57}H^{110}O^6$	880		71		ps. éth.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion. °	P. d'ébull. °	Sol. dans 100 p. eau.
Série butylique.						
Hydrure de butyle (butane)….	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^3$	58			1	i.
— d'isobutyle (isobutane)	$(CH^3)^2.CH.CH^3$	58	0,6		—17	i.
Acétate de butyle normal …..	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2(C^2H^3O^2)$	116	0,900/0°	liq.	125,1	i.
— — secondaire ..	$CH^3.CH^2.CH(C^2H^3O^2)CH^3$	116	0,892/0°	liq.	111	i.
— d'isobutyle primaire…	$(CH^3)^2CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	116	0,905/0°	liq.	116,4	i.
— — tertiaire …	$(CH^3)^3.C.(C^2H^3O^2)$	116		liq.	96	i.
Acide aspartique…………	$CO^2H.CH^2.CH(AzH^2)CO^2H$	134		déc.	déc.	bs.
— butyrique de ferment…	$CH^3.CH^2.CH^2 CO^2H$	88	0,959/20°	liq.	160	∞
— crotonique…………	$CH^3.CH:CH CO^2H$	86		72	182	8
— dibromosuccinique ….	$(CHBr.CO^2H)^2$	276		130 déc.		2
— — (iso)..	$CO^2H.CH^2.CBr^2.CO^2H$	276		160		
— fumarique…………	$(CH.CO^2H)^2$	116		vol. > 250		ps.
— isobutyrique ………	$(CH^3)^2CH.CO^2H$	88	0,950/20°		152	33
— isocrotonique………	$CH^2:CH.CH^2.CO^2H$	86	1,018		172	
— isosuccinique ………	$CH^3.CH(CO^2H)^2$	118		129,5	déc.	20
— malique………	$CO^2H.CH^2.CH(OH)CO^2H$	134	1,56	100	déc.	ts.
— méthacrylique ………	$CH^2:C(CH^3)CO^2H$	86		16	160,5	ts.
— oxybutyrique α………	$CH^3.CH^2.CH(OH)CO^2H$	104		43	déc.	s.
— — β………	$CH^3.CH(OH)CH^2.CO^2H$	104		déc.		∞
— succinique…………	$(CO^2H.CH^2)^2$	118	1,552	180	235 déc.	5,2:b.121
— tartrique …………	$CO^2H.CH(OH).CH(OH).CO^2H$	150	1,74	135	déc.	§ 170
Alcool butyl. normal………	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2OH$	74	0,824/20°	liq.	116	9
— — sec. (hydr. de but.)	$CH^3.CH^2.CH(OH).CH^3$	74	0,85/0°	liq.	99	ps.
— isobutylique primaire…	$(CH^3)^2CH.CH^2OH$	74	0,8003/18°	liq.	108	10
— — tertiaire…	$(CH^3)^3.C.OH$	74	0,78/30°	24	82,5	s.
Aldéhyde butyrique……….	$C^3H^7.CHO$	72	0,834/0°	liq.	75	3,7

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde isobutyrique	$(CH^3)^2.CH.CHO$	72	0,815/0°	liq.	62°	9,1
— succinique	$(CH^2.CHO)^2$	86		liq.	202	s.
Anhydride butyrique	$(C^3H^7.CO)^2O$	158	0,961/12°	liq.	192	déc.
— succinique	$(CH^2.CO)^2O$	100	1,529	119	250 env.	ps. déc.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3$, aq.	150		déc.		1,8 : b. 23
Bromure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Br$	137	1,305/0°	liq.	100,4	i.
— de crotonylène	$C^4H^6Br^4$	374		116	déc.	i.
— d'éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CHBr.CH^2Br$	200	1,876	liq.	168	i.
— de diméthyléthylène	$CH^3.CHBr.CHBr.CH^3$	200	1,83	liq.	158	i.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2Br$	137	1,249/0°	liq.	92,3	i.
— d'isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2CBr.CH^2Br$	200		liq.	148	i.
Butylamine, normale	$(C^3H^7)CH^2.AzH^2$	73	0,755	liq.	76	∞
— secondaire	$C^2H^5.CH(AzH^2).CH^3$	73	0,736	liq.	65	∞
Butylène, éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CH{:}CH^2$	56		liq.	— 5	i.
— diméthyléthylène	$CH^3.CH{:}CH.CH^3$	56		liq.	+ 3	i.
— isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2C{:}CH^2$	56	0,635/10°	liq.	— 8	i.
Chloral butyrique	$CCl^3.CH^2.CH^2.CHO$	176		liq.	164	déc.
Chlorure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Cl$	93	0,907/0°	liq.	77,6	i.
— — (iso, prim.)	$(CH^3)^2CH.CH^2Cl$	93	0,895/0°	liq.	69	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.Cl$	93		liq.	51	i.
— de butyryle	$C^3H^7.C.O.Cl$	107	1,028/20°	liq.	99	déc.
— d'isobutyryle	$(CH^3)^2CH.C.O.Cl$	107	1,017/20°	liq.	92	déc.
— de succinyle	$(C.O.Cl.CH^2)^2$	155	1,39	liq.	190 déc.	déc.
Crotonylène	$CH^2{:}CH.CH{:}CH^2$	54		liq.	24	i.
Cyanure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2.CAz$	83	0,816/15°	liq.	126	ps.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2.CAz$	83		liq.	127	
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.CAz$	83		15	105	
Erythrite	$(CH^2OH.CHOH)^2$	122	1,45	120	300 déc.	ts.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Glycol α butylénique	$C^2H^5.CH(OH)CH^2OH$	90	1,019/0°	liq.	191°	∞
— β —	$CH^3.CH(OH).CH^2.CH^2OH$	90		liq.	204	∞
— pseudobutylénique	$(CH^3.CH.OH)^2$	90	1,048/0°	liq.	183	∞
— isobutylénique	$(CH^3)^2C.OH.CH^2OH$	90	1,013/0°	liq.	177	∞
Hydrate de butylchloral	$C^4H^5Cl^3O$, aq.	194	1,693	78	déc.	ts.
Iodure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2I$	184	1,643/0°	liq.	129,8	i.
— — secondaire	$C^2H^5.CHI.CH^3$	184	1,632	liq.	117	i.
— d'isobutyle primaire	$(CH^3)^2CH.CH^2I$	184	1,640/0°	liq.	120,6	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3.C.I$	184		liq.	98 déc.	i.
Méthyléthylacétone	$C^2H^5.CO.CH^3$	72	0,84/19°	liq.	95	s.
Pyrrol	C^4H^5Az	67		liq.	133	ps.
Succinamide	$(CO.AzH^2.CH^2)^2$	116		déc.		bs.
Succinimide	$(CH^2.CO)^2AzH$, aq.	117		125	287	s.
Sulfocyan. (iso) de butyle norm.	$C^3H^7.CH^2.Az.CS$	115		liq.	167	i.
— — — second.	$C^2H^5.CH(CH^3).AzCS$	115	0,944/12°	liq.	159,5	i.
— — d'isobutyle p.	$(CH^3)^2CH.CH^2.AzCS$	115	0,964/14°	liq.	162	i.
Tétraphénol	C^4H^4O	68		liq.	32	s.
Thiophène	C^4H^4S	84	1,062/23°	liq.	84	i.
Série amylique.						
Hydrure d'amyle norm. (pentane)	$CH^3(CH^2)^3CH^3$	72	0,636/17°	liq.	39	0,05
— d'isoamyle	$(CH^3)^2.CH.C^2H^5$	72	0,628/17°	liq.	30	i.
Tétraméthylméthane	$(CH^3)^4C$	72		— 20	9,5	i.
Acétate d'amyle normal	$C^5H^{11}.C^2H^3O^2$	130	0,896/0°	liq.	148,4	i.
— — (iso) primaire	id.	130	0,884/0°	liq.	137°6	i.
— — — p. actif	id.	130	0,8762	liq.	144	i.
Acide aconique	$C^5H^4O^4$	128		164		18

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol dans 100 p. eau.
Acide angélique	$C^5H^8O^2$	100		45°	185°	ps.
— citraconique	$C^5H^6O^4$	130	1,616	80		ts.
— désoxalique	$C^5H^6O^8$	194		liq.	déc.	ts.
— itaconique	$C^5H^6O^4$	130	1,57	161	déc.	6
— mésaconique	$C^5H^6O^4$	130		202	déc.	ps.
— oxypyrotartr. (citramal.)	$C^5H^8O^5$	148		amorph		ts.
— — (itamal.)	$C^5H^8O^5$	148		60	déc.	ts.
— — (oxyglutar.)	$CO^2H.CH^2.CH^2.CHOH.CO^2H$	148		sir. crist		s.
— — (ordin.)	$CH.OH.(CH^2.CO^2H)^2$	148		135		s.
— pyromucique	$C^5H^4O^3$	112		134	subl.	bs.
— — (iso)	$C^5H^4O^3$	112		82	subl.	ts.
— pyrotartrique	$CO^2H.CH(CH^3).CH^2.CO^2H$	132	1,413	112	déc.	
— — (glutarique)	$(CH^2)^3(CO^2H)^2$	132		97	299	85
— — (éthylmalon.)	$C^2H^5.CH.(CO^2H)^2$	132		111		
— — (diméthylmalon.)	$(CH^3)^2C(CO^2H)^2$	132		170 déc.	déc.	ps.
— valérique normal	$CH^3(CH^2)^3CO^2H$	102	0,958/0°	liq.	184	4
— — (iso) (valérian.)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CO^2H$	102	0,947/0°	liq.	165	3,3
— — (iso actif)	$CO^2H.CH.(CH^3).CH^2.CH^3$	102	0,938	liq.	175	ps.
— — (triméthylacet.)	$(CH^3)^3C.CO^2H$	102	< 1	35	164	2,5
Alcool amylique normal	$C^4H^9.CH^2OH$	88	0,830/0°	liq.	137	ps.
— isoamylique prim. ferm.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2OH$	88	0,825/0°	liq.	132	ps.
— isoamyl. actif prim. ferm.	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2OH$	88		liq.	127	ps.
Méthylpropylcarbinol (second).	$CH^3.CHOH.C^3H^7$	88	0,825/0°	liq.	119	14
Diéthylcarbinol (second)	$(C^2H^5)^2CHOH$	88	0,832/0°	liq.	116	ps.
Méthylisopropylcarbin. (second)	$CH^3.CHOH.CH(CH^3)^2$	88	0,827/17°	liq.	108	ps.
Ethyldiméthylcarbinol (hydr. d'amylène) (tertiaire)	$(CH^3)^2C.OH.C^2H^5$	88	0,828/0°	— 21	96	ps.
Aldéhyde valérique normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CHO$	86		liq.	102	ps.

Corps.	Formules.	P. molés.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Aldéhyde valérique (iso)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CHO$	86	0,768/12°	liq.	92,5	ps.
Amylamine (iso, primaire).....	$C^5H^{13}Az$	87	0,7503/18°	liq.	93	i.
Amylène, propyléthylène......	$C^3H^7.CH:CH^2$	70		liq.	40	i.
— méthyléthyléthylène..	$C^2H^5.CH:CH.CH^3$	70		liq.	36	i.
— isopropyléthylène ...	$(CH^3)^2CH.CH:CH^2$	70		liq.	21	i.
— triméthyléthylène ...	$(CH^3)^2C:CH.CH^3$	70	0,6807/0°	liq.	35	0,15
— isométhyléthyléthylène	$(C^2H^5)(CH^3)C:CH^2$	70		liq.	32	i.
Benzoate d'isoamyle..........	$C^7H^5O^2.C^5H^{11}$	192	1,004/0°	liq.	261	i.
Bromure d'amyle normal......	$C^4H^9.CH^2Br$	151	1,246/0°	liq.	128,7	i.
— d'isoamyle primaire.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Br$	151	1,236/0°	liq.	119	i.
— — p. actif...	$CH^2BrCH.(CH^3)C^2H^5$	151	1,227/15°	liq.	116	
— de méthyléthyléthylène	$C^2H^5.CHBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	178 déc.	i.
— d'isopropyléthylène ..	$(CH^3)^2CH.CHBr.CH^2Br$	230		liq.	85 déc.	i.
— de triméthyléthylène.	$(CH^3)^2CBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	175 déc.	i.
Butyrate d'isoamyle..........	$C^4H^7O^2.C^5H^{11}$	158		liq.	176	ps.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^5H^{11}$	186		liq.	211	i.
Chlorure d'amyle normal.....	$C^5H^{11}Cl$	107	0,9013/0°	liq.	106,6	i.
— d'isoamyle primaire.	$C^5H^{11}Cl$	107	0,886/0°	liq.	102	i.
— — p.actif...	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2Cl$	107	0,886/15°	liq.	98	i.
Cyanure d'amyle normal......	$C^5H^{11}.CAz$	97				
— — (iso) prim...	$C^5H^{11}.CAz$	97	0,866/20°	liq.	146	ps.
— (iso) d'isoamyle prim..	$C^5H^{11}.AzC$	97	< 1	liq.	137	i.
Formiate — —	$C^5H^{11}.CHO^2$	116	0,874	liq.	116	i.
Furfurol..................	$C^4H^3O.COH$	96	1,165/16°	liq.	162	9
Furfuramide...............	$(C^5H^4O)^3Az^2$	268		crist.	250 déc.	i.
Iodure d'amyle normal........	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2I$	198	1,544/0°	liq.	155.4	i.
— — (iso) prim.....	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2I$	198	1,468/0°	liq.	146	i.
— — — actif.....	$CH^3(CH^2I)CH.C^2H^5$	198	1,54	liq.	144	i.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure du méthylpropylcarbinol	$CH^3.CHI.CH^2.C^2H^5$	198	1,537/0°	liq.	146°	i.
— du méthylisopropylcarb.	$(CH^3)^2CH.CHI.CH^3$	198		liq.	129	i.
— du diéthylcarbinol......	$(C^2H^5)^2CHI$	198	1,528/0°	liq.	145	i.
Nitrate d'amyle (iso) prim.....	$C^5H^{11}AzO^3$	133	1,000/7,5°	liq.	148	i.
Nitrite — —	$C^5H^{11}AzO^2$	117	0,902	liq.	95	
Oxyde — —	$(C^5H^{11})^2O$	158	0,80	liq.	175	i.
— — — actif.....	$(C^5H^{11})^2O$	158		liq.	170	i.
Pipéridine....................	$C^5H^{10}.AzH$	85		liq.	106	s.
Propionate d'amyle...........	$C^5H^{11}.C^3H^5O^2$	144	< 1	liq.	100	i.
Sulfocyanure (iso) d'isoamyle.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Az.CS$	129		liq.	183	i.
Sulfure —	$(C^5H^{11})^2S$	174		liq.	216	i.
Valérate d'amyle (iso)........	$C^5H^{11}.C^5H^9O^2$	172		liq.	196	ps.
Série hexylique.						
Hydrure d'hex. (hexane) norm.	$CH^3.(CH\ )^4.CH^3$	86	0,676/0°	liq.	71	i.
Propyldiméthylméthane.......	$C^3H^7.CH.(CH^3)^2$	86	0,701/0°	liq.	62	i.
Diisopropyle.................	$(CH^3)^2.CH.CH.(CH^3)^2$	86	0,684/0°	liq.	58	i.
Ethyltriméthylméthane........	$C^2H^5.C.(CH^3)^3$	86		liq.	45	i.
Acide aconitique	$C^3H^3(CO^2H)^3$	174		186		18
— adipique..................	$C^4H^8(CO^2H)^2$	101		148		ts.
— caproïque normal.......	$C^5H^{11}.CO^2H$	116	0,928/20°	— 2	204	ps.
— — (iso).........	$(CH^3)^2CH.(CH^2)^2CO^2H$	116	0,925/20°	liq.	200	ps.
— — diéthylacét...	$(C^2H^5)^2CH.CO^2H$	116		liq.	190	ps.
— — diméthyléthylac	$(CH^3)^2.C^2H^5.C.CO^2H$	116		— 14	187	i.
— citrique..................	$C^3H^4(OH)(CO^2H)^3$, aq.	210	1,553	100	déc.	s.
— diéthoxalique..........	$(C^2H^5)^2.C(OH).CO^2H$	132		74,5	sub. 50	35
— mucique................	$C^4H^4(OH)^4(CO^2H)^2$	210		déc.		ps.; b2.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide oxycaproïque (leucique).	$C^5H^{10}(OH)CO^2H$	132		73°	sub.	s.
— tricarballylique........	$C^5H^5.(CO^2H)^2$	176		158	déc.	40
Alcool hexylique normal......	$CH^3.(CH^2)^4.CH^2OH$	102	0,833/0°	liq.	158	i.
— β (méthylbutylcarbinol) s.	$C^4H^9.CH^3.CHOH$	102	0,833/0°	liq.	137	ps.
— — éthylpropylcarbinol s.	$C^3H^7.C^2H^5.CHOH$	102	0,834/0°	liq.	135	ps.
— diméthylpropylcarb. t...	$(CH^3)^2.C(OH)C^3H^7$	102		liq.	115	i.
— diméthylisopropylcarb. t.	$(CH^3)^2C(OH)CH(CH^3)^2$	102	0,8364/0°	— 35	113	ps.
— diéthylméthylcarb. tert..	$(C^2H^5)^2C(OH)CH^3$	102			120	
— pinacolique secondaire..	$(CH^3)^3C.CH(OH)CH^3$	102	0,8347	4	120,5	
Aldéhyde caproïque (iso)......	$C^6H^{12}O$	100		liq.	121	ps.
Bromure de diallyle...........	$C^6H^{10}Br^4$	404		63		i.
Chlorure de β-hexyle.........	$C^4H^9.CHCl.CH^3$	121		liq.	125	i.
— pinacolique.........	$(CH^3)^3C.CHCl.CH^3$	121		ilq.	113	i.
Diallyle....................	$(C^3H^5)^2$	82	0,864	liq.	59	i.
Dipropargyle.	$(C^3H^3)^2$	78	0,81/18°	liq.	85	i.
Glycol hexylénique normal....	$C^4H^9.CH(OH).CH^2OH$	118	0,967/0°	liq.	207	s.
— hydrate de diallyle.....	$(CH^2.CH^2.CH^2OH)^2$	118	0,920/0°	liq.	215	s.
— pinacone............ .	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$	118		38	172	s.
Hexoylène....................	C^6H^{10}	82		liq.	78	i.
Hexylène normal....	$C^4H^9.CH:CH^2$	84	0,699/1°	liq.	67	i.
Iodure d'hexyle normal........	$C^5H^{11}.CH^2I$	212	1,411/17°	liq.	179,5	i.
— de β-hexyle (secondaire)	$C^6H^{13}I$	212		liq.	167,5	i.
— pinacolique (secondaire).	$C^6H^{13}I$	212		liq.	142	i.
Leucine......................	$AzH^2.C^5H^{10}.CO^2H$	131		sub. 170	déc.	3,7
Pinacoline...................	$[(CH^3)^2C]^2O$	100	0,8233/0°	liq.	106	
Séries supérieures.						
Acide arachidique........ ...	$C^{20}H^{40}O^2$	312		75		i.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide azélaïque	$C^9H^{16}O^4$	188		106°		bs.
— béhénique (bénique)	$C^{22}H^{44}O^2$	340		76		
— béhénoléique	$C^{22}H^{40}O^2$	336		57,4		i.
— brassylique	$C^9H^{18}(CO^2H)^2$	216		108,5		ps.
— caprique	$C^{10}H^{20}O^2$	172	0,930/37°	30	269	ps. ; bs.
— caprylique	$C^8H^{16}O^2$	144	0,914/20°	16,5	236	ps. ; bs.
— cérotique	$C^{27}H^{54}O^2$	410		78	déc.	i.
— cimicique	$C^{15}H^{28}O^2$	240	< 1	44		i.
— élaïdique	$C^{18}H^{34}O^2$	282		44		i.
— érucique	$C^{22}H^{42}O^2$	338		33		i.
— hypogéique	$C^{16}H^{30}O^2$	254		33		i.
— laurique	$C^{12}H^{24}O^2$	200	> 1	43,6		i.
— margarique	$C^{17}H^{34}O^2$	270		60		i.
— mélissique	$C^{30}H^{60}O^2$	452		91		i.
— myristique	$C^{14}H^{28}O^2$	228		53,8		i.
— oléique	$C^{18}H^{34}O^2$	282	0,808/19°	14		i.
— œnanthylique normal	$C^7H^{14}O^2$	130	0,9345/0°	10,5	223	ps. ; bs.
— palmitique	$C^{16}H^{32}O^2$	256		62	348	i.
— pimélique	$C^7H^{12}O^4$	160		149	> 320	3
— sébacique	$C^{10}H^{18}O^4$	210		127		bs.
— stéarique	$C^{18}H^{36}O^2$	284	1,01	69,2	287 (10cm)	i.
— subérique	$C^8H^{14}O^4$	174		140		bs.
Alcool heptylique normal	$C^7H^{16}O$	116		liq.	176	i.
— pentaméthyléthylique	$C^7H^{16}O$	116		17	131	i.
— — — hydraté	$C^7H^{16}O$, 1/2 aq.	125		83	déc.	
— octylique normal	$C^8H^{18}O$	130	0,83/16°	liq.	190	i.
— cétylique	$C^{16}H^{34}O$	242		50	vol.	i.
— cérylique	$C^{27}H^{56}O$	396		79	déc.	i.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Alcool myricique...........	$C^{30}H^{62}O$	438		88	déc.	i.
Aldéhyde œnanthyl., œnanthol.	$C^{7}H^{14}O$	114		liq.	155	ps.
Hydrure d'heptyle normal.....	$C^{7}H^{16}$	100	0,850/20°	liq.	97.5	i.
— d'octyle (pétrole)...	$C^{8}H^{18}$	114	0,715	liq.	117	i.
— de nonyle —	$C^{9}H^{20}$	128	0,726	liq.	137	i.
— de décyle —	$C^{10}H^{22}$	142	0,741	liq.	160	i.
— d'undécyle —	$C^{11}H^{24}$	156	0,757	liq.	181	i.
— de lauryle —	$C^{12}H^{26}$	170	0,766	liq.	199	i.
— de cocinyle —	$C^{13}H^{28}$	184	0,778	liq.	219	i.
— de myristyle —	$C^{14}H^{30}$	198	0,796	liq.	238	i.
— de bényle —	$C^{15}H^{32}$	212	0,809	liq.	260	i.
— de palmityle —	$C^{16}H^{34}$	226	0,825	liq.	280	i.
Paraffine....................	$C^{n}H^{2n+2}$			45 — 65	> 300	i.
Rad. organo-métall.						
Cacodyle....................	$[(CH^{3})^{2}As]^{2}$	210		— 6	170	ps.
— chlorure.............	$(CH^{3})^{2}AsCl$	140	> 1	liq.	100	
— cyanure.............	$(CH^{3})^{2}As.CAz$	131		30	40	
— oxyde....	$[(CH^{3})^{2}As]^{2}O$	226		liq.	150	
Mercure-amyle (iso)	$(C^{5}H^{11})^{2}Hg$	342	1,6663	liq.	déc.	i.
Mercure-éthyle.......	$(C^{2}H^{5})^{2}Hg$	258	2,44	liq.	159	i.
Mercure-méthyle.............	$(CH^{3})^{2}Hg$	230	3,07	liq.	94	i.
Stanno-diéthyle	$(C^{2}H^{5})^{2}Sn$	176		liq.	déc.	
— — iodure	$(C^{2}H^{5})^{2}SnI^{2}$	430		44,5	245	ps.
Stannotétréthyle	$(C^{2}H^{5})^{4}Sn$	234	1,187	liq.	181	i.
Zinc-éthyle.....	$(C^{2}H^{5})^{2}Zn$	123	1,182/18°	liq.	118	déc.
Zinc-méthyle................	$(CH^{3})^{2}Zn$	95	1,386/10	liq.	46	déc.

(203) *Série*

Corps.	Formules.	Densités.	
Benzine	C^6H^6	0,899	a
— chlorée	C^6H^5Cl	1,128	b
— bichlorée 1.2	$C^6H^4Cl^2$	1,327	c
— — 1.3	—	1,307	d
— — 1.4	—		e
— trichlorée 1.2.4	$C^6H^3Cl^3$	1,446 à 26	f
— — 1.3.5	—		g
— — 1.2.3	—		h
— tétrachlorée 1.2.4.5	$C^6H^2Cl^4$		i
— pentachlorée	C^6HCl^5		j
— hexachlorée	C^6Cl^6		k
Hexachlorure de benzine *a*	$C^6H^6Cl^6$		l
— — *b*	—		m
Benzine bromée	C^6H^5Br	1,517	n
— bibromée 1.2	$C^6H^4Br^2$	2,003	o
— — 1.3	—	1,955 à 18	p
— — 1.4	—	2,220	q
— tribromée 1.3.4	$C^6H^3Br^3$		r
— hexabromée	C^6Br^6		s
Phénol	C^6H^5OH	1,08	t
Thiophénol	$C^6H^5.SH$	1,078	u
Anisol	$C^6H^5OCH^3$	0,991	v
Phénétol	$C^6H^5OC^2H^5$	0,819	x
Oxyde de phényle	$(C^6H^5)^2O$		y
Chlorophénol 1.2	$C^6H^4Cl.OH$		z
— 1.3	—		a
— 1.4	—		b
Tribromophénol 1.3.5	$C^6H^2Br^3.OH$		c
Nitrophénol 1.2	$C^6H^4.OH.AzO^2$		d
— 1.3	—		e
— 1.4	—		f
Trinitrophénol 1.2.4.6	$C^6H^2.OH.(AzO^2)^3$		g
Amidophénol 1.2	$C^6H^4.AzH^2.OH$		h
— 1.4	—		i
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	1,2	j
Dinitrobenzine 1.2	$C^6H^4(AzO^2)^2$		k
— 1.3	—		l
— 1.4	—		m
Chloronitrobenzine 1.2	$C^6H^4.Cl.AzO^2$		n
— 1.3	—		o

aromatique.

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a	6	80,5	∞	∞	
b	—40	132	ts.	ts.	ts. dans C^6H^6
c	liq.	179			s. dans C^6H^6.
d		172			—
e	sub. 53	172	bs.	s.	—
f	16	213			—
g	63,4	208,5			—
h	54	219	ps.		—
i	138	246	bps.	s.	—
j	86	277	ps; bs	s.	—
k	226	326	bps.	s.	—
l	157	288	ps.		s. dans C^6H^6.
m	sub 310°		ps.		s. dans C^6H^6.
n	liq.	154	s.	ts.	
o	—1	223 sous 751			
p	liq.	220			
q	89,3	219			
r	44	276	ps.	s	
s	310		ps.	ps.	
t	40	183	∞	∞	
u		168	s.	s.	
v	liq.	152	∞	∞	
x	172				Odeur de géranium.
y	28	253	s.	s.	
z	7	176	s.	s.	
a	28,5	214	s.	s.	
b	41	217	s.	s.	
c	95	sub.	s.		Volat. avec vap. d'eau.
d	45	214	s.	s.	
e	96		s.		
f	114		ts.	s.	
g	122		s.	s.	1; b. 5 ds 100 eau.
h	170	sub.	s.	s.	
i	déc. 184	sub.	s.	s.	
j	3	205	∞	∞	s. dans l'eau.
k	117,9		s.	s.	
l	90		ps.	s.	
m	172		ps. bts.	s.	
n	32,5				
o	44,4				

Corps.	Formules.	Densités.	
Chloronitrobenzine 1.4	$C^6H^4.Cl.AzO^2$		a
Dinitrochlorobenzine 1 2.4....	$C^6H^3Cl(AzO^2)^2$		b
Aniline.....................	$C^6H^5.AzH^2$	1,036	c
Chroraniline 1.2..............	$C^6H^4ClAzH^2$		d
— 1.3.......	—		e
— 1.4.............	—		f
Dichloraniline 1.2.4..........	$C^6H^3AzH^2.Cl^2$		g
Bromaniline 1.2..............	$C^6H^4Br.AzH^2$		h
— 1.3..............	—		i
— 1.4..............	—		j
Nitraniline 1.2	$C^6H^4.AzO^2.AzH^2$		k
— 1.3	—		l
— 1.4	—		m
Méthylaniline	$C^6H^5AzHCH^3$		n
Diméthylaniline	$C^6H^5Az(CH^3)^2$	0,955	o
Ethylaniline	$C^6H^5.AzH.C^2H^5$	0.954 à 18	p
Diéthylaniline...............	$C^6H^5Az(C^2H^5)^2$	0,939 à 18	q
Diphénylamine...............	$(C^6H^5)^2AzH$		r
Triphénylamine	$(C^6H^5)^3Az$		s
Formanilide..................	$C^6H^5AzHCHO$		t
Acétanilide	$C^6H^5AzHC^2H^3O$	1,1	u
Phénylglycocolle............	$(C^6H^5)AzH.CH^2CO^2H$		v
Oxanilide....................	$(C^6H^5AzH)^2C^2O^2$		x
Phénylurée	$C^6H^5.AzH.CO.AzH^2$		y
Diphénylurée symétrique.....	$(C^6H^5AzH)^2CO$		z
— dissymétrique..	$(C^6H^5)^2AzCO.AzH^2$		a
Hydrazobenzol	$(C^6H^5)^2Az^2H^2$		b
Azobenzide	$(C^6H^5)^2Az^2$		c
Azoxybenzide	$(C^6H^5)^2Az^2O$		d
p.Amidoazobenzol...........	$C^6H^5.Az^2.C^6H^4.AzH^2$		e
Diamidoazobenzol...........	$C^6H^5.Az^2.C^6H^3(AzH^2)^2$		f
Phénylhydrazine	$C^6H^5.AzH.AzH^2$		g
Phénylène-diamine 1.2	$C^6H^4(AzH^2)^2$		h
— 1.3	—		i
— 1.4......	—		j
Triamidobenzine 1.2.3	$C^6H^3(AzH^2)^3$		k
Amidophénol 1.2..........	$C^6H^4.AzH^2.OH$		l
— 1.4.	—		m
Sulfobenzide................	$(C^6H^5)^2SO^2$		n
Mercure-phényle.............	$(C^6H^5)^2Hg$		o
Pyrocatéchine 1.2...........	$C^6H^4(OH)^2$		p
Gaïacol......	$C^6H^4.OH.OCH^3$	1,117	q

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a	83				
b	53,4				
c	—8	182	∞	∞	3 dans 100 eau.
d	liq.	207	s.	s.	
e	liq.	230	s.	s.	
f	70	231	s.	s.	
g	63°				
h	31,5	251	s.	s.	
i	18	251	s.	s.	
j	66	déc.	s.		
k	71		s.	s.	
l	114	285	s.	s.	
m	147		s.	s.	
n	—30 env.	192	s.	s.	
o	—3	198	s.	s.	
p		204	s.	s.	
q		213,5	s.	s.	
r	54	310	s.	s.	
s	127		ps.	s.	
t	46		s.	s.	s. dans l'eau.
u	112	295	s.	s.	
v	100		s.	s.	s. dans l'eau.
x	245	320	bps.	i.	s. dans C^6H^6.
y	147		s.	s.	ps; bs. dans l'eau.
z	235	260	s.	s.	ps dans l'eau.
a	189		s.	s.	
b	131	déc.	s.	s.	
c	66,5	293	s.	s.	
d	36	déc.	s.	s.	
e	126	au delà 360	s.	s.	
f	117		s.	s.	
g	23	242sous750	∞	∞	ps dans l'eau.
h	99	251	s.	s.	ps; bts dans l'eau.
i	63	287	s.	s.	i; bs. dans l'eau.
j	140	267	s.	s.	i. dans l'eau.
k	103	336	s.	s.	s. dans l'eau.
l	170	sub.	s.	s.	
m	184		s.	s.	
n	129	376sous722	bs.	s.	
o	120	déc.	ps.	ps.	
p	102	242	ts.	ts.	s. dans l'eau.
q	liq.	203			

Corps.	Formules.	Densités.	
Vératrol	$C^6H^4(OCH^3)^2$	1,086	a
Résorcine 1.3	$C^6H^4(OH)^2$		b
Trinitrorésorcine	$C^6H(OH)^2(AzO^2)^3$		c
Hydroquinone. 1.4	$C^6H^4(OH)^2$		d
Quinone	$C^6H^4O^2$		e
Quinhydrone	$C^{12}H^{10}O^4$		f
Chloranile	$C^6Cl^4O^2$		g
Acide pyrogallique 1.2.3	$C^6H^6O^3$		h
Phloroglucine 1.3.5	$C^6H^6O^3+2Aq.$		i
Oxyhydroquinone 1.2.4	$C^6H^6O^3$		j
Toluène	$C^6H^5CH^3$	0,882	k
— chloré 1.2	$C^6H^4.Cl.CH^3$		l
— — 1.3	—		m
— — 1.4	—	1,08 à 14	n
— bromé 1.2	$C^6H^4.Br.CH^3$	1,40 à 18	o
— — 1.3	—		p
— — 1.4	—		q
Nitrotoluène 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CH^3$	1,16 à 24	r
— 1.3	—		s
— 1.4	—		t
Binitrotoluène 1.2.4	$C^6H^3.CH^3.(AzO^2)^2$		u
Toluidine 1.2	$C^6H^4.CH^3.AzH^2$	1,00 à 16	v
— 1.3	—	0,99 à 25	x
— 1.4	—	1,0017	y
Crésylol 1.2	$C^6H^4.CH^3.OH$		z
— 1.3	—		a
— 1.4	—		b
Orcine	$C^7H^6O^2+2Aq.$		c
Homopyrocatéchine 1.3.4	$CH^3.C^6H^3)OH)^2$		d
Créosol 1.3.4	$C^6H^3.CH^3.OCH^3.OH$	1,089	e
Alcool benzylique	$C^6H^5.CH^2OH$	1,063	f
Chlorure de benzyle	$C^6H^5.CH^2Cl$	1,113	g
Bromure —	$C^6H^5.CH^2Br$	1,438	h
Acétate —	$C^6H^5CH^2.C^2H^3O^2$		i
Chlorobenzol	$C^6H^5.CHCl^2$	1,245	j
Phénylchloroforme	$C^6H^5.CCl^3$	1,38	k
Aldéhyde benzoïque	$C^6H^5.CHO$	1,05 à 15	l
Acide benzoïque	$C^6H^5.CO^2H$	1,084	m
Anhydride benzoïque	$(C^6H^5.CO)^2O$		n
Chlorure de benzoyle	$C^6H^5.COCl$	1,233	o
Benzamide	$C^6H^5.COAzH^2$		p
Acide hippurique	$C^9H^9AzO^3$		q

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a	15	206			
b	112	271	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
c	175	déc.	s.	s.	0,7; b. 2 ds 100 eau.
d	169	sub.	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
e	116	sub.	s.	s.	ps. dans l'eau.
f		déc. sub.	s.	s.	ps. dans l'eau; bs.
g	sub.	sub.	i; bs	ps.	
h	115	210	s.	s.	40 dans 100 eau.
i	220		s.	s.	s. dans l'eau.
j	140,5		s.	s.	volatil avec vap. eau.
k	liq.	111	∞	∞	
l		157			
m		156			
n	6,5	160,5	s.	∞	
o	liq.	181	∞	∞	
p	liq.	182	∞	∞	
q	28,5	185,2	ts.	ts.	
r	liq.	219	s.	s.	
s					
t	54	237	s.	s.	
u	71	300			
v	liq.	197	s.	s.	
x	liq.	197	s.	s.	
y	45	198	s.	s.	
z	31	185	s.	s.	
a	liq.	195	s.	s.	
b	36	198	s.	s.	
c	59	290	ts.	ts.	s. dans l'eau.
d	liq.		s.	s.	
e		220	∞	∞	
f	liq.	206	∞	∞	
g	liq.	176	∞	∞	
h	liq.	201	∞	∞	
i	liq.	210	s.	s.	
j	liq.	206	s.	s.	
k	liq.	214	s.	s.	
l	liq.	180	∞	∞	3 dans 100 eau.
m	121	250	50;b. 100	ts.	0.3; b. 5,9 ds 100 eau.
n	42	310	ts.	s.	
o	liq.	199	s. déc.	s.	
p	125	290	s.	s.	i; bps. dans l'eau.
q			s.	ps.	0,2; bs. eau

Corps.	Formules.	Densités.	
Cyanure de phényle	$C^6H^5.CAz$	1,023	a
Acide chlorobenzoïque 1.2	$C^6H^4.Cl.CO^2H$		b
— 1.3	—		c
— 1.4	—		d
Aldéhyde nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CHO$		e
— — 1.3	—		f
— — 1.4	—		g
Acide nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CO^2H$		h
— — 1.3	—		i
— — 1.4	—		j
Acide amidobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzH^2.CO^2H$		k
— — 1.3	—	1,51	l
— — 1.4	—		m
Saccharine	$C^6H^4CO\ SO^2\ AzH$		n
Anthranile	C^7H^5AzO		o
Alcool anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CH^2OH$	1,11 à 26	p
Aldéhyde anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CHO$	1,09	q
— salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CHO$	1,173	r
Saligénine 1.2	$C^6H^4OH.CH^2OH$		s
Aldéhyde protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CHO.(OH)^2$		t
Vanilline 1.2.4	$C^6H^3OH.OCH^3.CHO$		u
Pipéronal	$C^8H^6O^3$		v
Acide salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CO^2H$		x
— *m.* oxybenzoïque 1.3	—		y
— *p.* oxybenzoïque 1.4	—		z
Phtalide	$C^8H^6O^2$		a
Acide anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CO^2H$		b
— protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CO^2H(OH)^2$		c
— gallique 1.3.4.5	$C^6H^2CO^2H(OH)^3+Aq$		d
— tannique	$C^{14}H^{10}O^9+2Aq$		e
— quinique	$C^6H^7(OH)^4CO^2H$		f
Éthylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^3$	0,866	g
Acétophénone	$C^6H^5COCH^3$	1,032	h
Cyanure de benzyle	$C^6H^5.CH^2.CAz$	1,015	i
Acide phénylacétique	$C^6H^5.CH^2.CO^2H$	1,3	j
Acide phénylglycolique	$C^6H^5.CHOH.CO^2H$		k
Oxindol	C^8H^7AzO		l
Isatine	$C^8H^5AzO^2$		m
Xylène 1.2	$C^6H^4(CH^3)^2$		n
— 1.3	—	0,877	o
— 1.4	—	0,86	p
p. Nitroxylène 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2.AzO^2$	1,13 à 3[illegible]	q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	—17	190,7	∞	∞	
b	137		s.	s.	0,1; bs. eau.
c	152		s.	s.	i; bs. eau.
d	236		s.	s.	i; bps. eau
e	46		s.	s.	
f	58		ts.	ts.	
g	106		s.	s.	volatil avec vap. d'eau.
h	145		ts.	ts.	0,7 dans 100 eau.
i	141		ts.	ts.	0,2; b. 10 ds 100 eau.
j	238		s.	s.	0,1 dans 100 eau.
k	145	sub.	s.	s.	
l	174		s.	s.	
m	187		s.	s.	
n	224		s.		
o	liq.	déc. 240	s.	s.	
p	25	258,8	∞	∞	
q	liq.	250	s.	s.	
r	—20	196	ts.	ts.	
s	82	sub.	s.	s.	bs. eau.
t	150		s.	s.	s. eau.
u	80	280	s.	s.	1,2 ds 100 eau; bts.
v	37	263	s.	∞	s. dans 600 p. eau.
x	156	déc. 230	s.	ts.	0,23; b. 8 ds 100 eau.
y	200	déc.	s.	s.	ps. eau.
z	210	déc.	ts.	ts.	ps. eau.
a	73	290	s.	s.	ps. eau.
b	175	275	s; bts.	s; bts.	
c	199		s.	s.	1; b. 33 ds 100 eau.
d	201		ts.	ts.	
e			ts.	s.éth.an.	ts. eau.
f	162		s.	i.	40 dans 100 eau; bts.
g	liq.	134	∞	∞	
h	15	198			
i	liq.	231,7	s.	s.	
j	76,5	265	ts.	ts.	ps; bts. eau.
k	115		ts.	ts.	
l	120		s.	s.	
m			bs.	s.	i; bs. eau.
n	liq.	142	∞	∞	
o	liq.	138	∞	∞	
p	16	136	ts.	ts.	
q	29	258	ps.		

Corps.	Formules.	Densités.	
m. Nitroxylène 1.2.3	—		a
p. — 1.3.4	—	1,135	b
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,112	c
m. — 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^2AzO^2$		d
. — 1.2.4	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,132	e
p. Xylidine 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2AzH^2$	1,075	f
m. — 1.2.3	—	0,991	g
p. — 1.3.4	—	0,918	h
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzH^2.CH^3$	0,972	i
. — 1.2.4	—	0,980	j
Acide toluique 1.2	$C^6H^4.CH^3.CO^2H$		k
— 1.3	—		l
— 1.4	—		m
Acide phtalique 1.2	$C^6H^4(CO^2H)^2$		n
Anhydride phtalique	$C^6H^4(CO)^2O$		o
Acide isophtalique 1.3	$C^6H^4(CO^2H)^2$		p
Acide téréphtalique 1.4	—		q
Mésitylène 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^3$		r
Trinitromésitylène	$C^6(CH^3)^3(AzO^2)^3$		s
Pseudocumène 1.3.4	$C^6H^3(CH^3)^3$	0,861	t
Ethyltoluène 1.2	$CH^3.C^6H^4.C^2H^5$		u
— 1.3	—		v
— 1.4	—		x
Propylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^3$	0,881	y
Acide hydrocinnamique	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CO^2H$		z
Tyrosine	$C^9H^{11}AzO^3$	1.456	a
Cumène	$C^6H^5CH(CH^3)^2$	0,879	b
Acide hydratropique	$C^6H^5.CH.CH^3CO^2H$		c
Durol 1.2.4.5	$C^6H^2(CH^3)^4$		d
Cymène 1,4	$C^6H^4.CH^3.CH(CH^3)^2$	0,873	e
Pentaméthylbenzine	$C^6H(CH^3)^5$		f
Hexaméthylbenzine	$C^6(CH^3)^6$		g
Styrol	$C^6H^5CH=CH^2$	0,924	h
Allylbenzine	$C^6H^5.CH=CH.CH^3$	0,917	i
Alcool cinnamique	$C^6H^5.CH=CH.CH^2OH$		j
Aldéhyde —	$C^6H^5.CH=CH.CHO$		k
Acide —	$C^6H^5.CH=CH.CO^2H$		l
Acide nitrocinnamique 1.2	$C^6H^4AzO^2-CH=CH-CO^2H$		m
Acide atropique	$CH^2=C(C^6H^5)-CO^2H$		n
Coumarine	$C^9H^6O^2$		o
Acide phénylpropiolique	$C^6H^5C\equiv C.CO^2H$		p
Ac. nitrophénylpropiolique 1.2	$C^6H^4.AzO^2.C\equiv C.CO^2H$		q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a		250			
b	2	238			
c		225			
d	75	263			
e		239			
f	49	226	s.	s.	
g		223			
h		212			
i		222			
j		215			
k	102		s.		ps; bs. eau.
l	105		s.		s; bts. eau.
m	177				
n	182	déc.	s.	s.	0,8 dans 100 eau; bs.
o	129	277	s.	s.	ps; b. déc. eau.
p	300	sub.	s.		i; bps. eau.
q		300 sub.	i.	i.	
r	liq.	163	ts.	ts.	
s	232		ps.	ps.	s. dans benzine.
t	liq.	163	ts.	ts.	
u		160			
v		150			
x		162			
y		157	ts.		
z	48,7	279,8	s.	s.	
a	235		ps.	i.	
b	liq.	151	ts.	ts.	
c		265			volatil avec vap. d'eau.
d	80	191	ts.	ts.	
e	liq.	175	ts.	ts.	
f	53	230	s.	s.	
g	164	264	s.	s.	
h	liq.	145	∞	∞	
i		175	∞	∞	
j	33	250	s.	s.	
k			s.	s.	
l	137	293	22	s.	i; bps. eau.
m	240		ps.		
n	107	267	s.		volatil avec vap. d'eau.
o	67	290	s.		ps; bs. eau.
p	137	sub.			s. eau et CS^2.
q	dé. 156		s.		s. eau.

Corps.	Formules.	Densités.	
Diphényle	$C^{12}H^{10}$		a
Benzidine 4.4	$AzH^2C^6H^4C^6H^4AzH^2$		b
Diphényline 2.4	—		c
Benzidinesulfonc	$C^{12}H^6(AzH^2)^2SO^3$		d
Carbazol	$(C^6H^4)^2AzH$		e
Oxydiphényle 4	$C^{12}H^9OH$		f
Cérulignone	$C^{12}H^4O^2(OCH^3)^4$		g
Hydrocérulignone	$C^{12}H^4(OH)^2(OCH^3)^4$		h
Hexaoxydiphényle	$C^{12}H^4(OH)^6$		i
Fluorène	$(C^6H^4)^2CH^2$		j
Diphénylène-acétone	$(C^6H^4)^2CO$		k
Tolidine	$(C^6H^3)^2(AzH^2)^2(CH^3)^2$		l
Acide o-diphénique	$C^{12}H^8(CO^2H)^2$		m
Diphénylbenzine 1.4	$C^6H^4(C^6H^5)^2$		n
Triphénylbenzine 1.3.5	$C^6H^3(C^6H^5)^3$		o
Diphénylméthane	$C^6H^5CH^2C^6H^5$		p
Benzhydrol	$(C^6H^5)^2CH.OH$		q
Benzophénone	$(C^6H^5)^2CO$		r
Benzylphénol	$C^6H^5.CH^2.C^6H^4OH$		s
Triphénylméthane	$(C^6H^5)^3CH$		t
Triphénylcarbinol	$(C^6H^5)^3COH$		u
Tétraméthyldiamido-triphényl-			v
carbinol	$C^6H^5C(OH)[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$		x
Phénophtaléine	$C^{20}H^{14}O^4$		y
Dibenzyle	$(C^6H^5CH^2)^2$		z
Stilbène	$(C^6H^5CH=)^2$		a
Tolane	$(C^6H^5\equiv C)^2$		b
Hydrobenzoïne	$(C^6H^5.CHOH)^2$		c
Benzoïne	$C^6H^5.CO.CHOH.C^6H^5$		d
Désoxybenzoine	$C^6H^5.CO.CH^2C^6H^5$		e
Benzile	$(C^6H^5.CO)^2$		f
Benzopinacone	$(C^6H^5.C.OH)^2$		g
Naphtaline	$C^{10}H^8$	0,977 à 80	h
Tétrachlorure de naphtaline	$C^{10}H^8Cl^4$		i
Naphtaline monochlorée 1	$C^{10}H^7Cl$		j
— 2	—		k
Naphtaline bichlorée 1.2	$C^{10}H^6Cl^2$		l
— 1.3	—		m
— 1.4	—		n
— 1.5	—		o
— 1.6	—		p
— 1.7	—		q

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Observations.
a	71	254	s.	s.	
b	122	déc. sub.	s.	s.	s. eau b.
c	45	362			
d	déc 350		i.	i.	
e	238	355	bs.	bs.	
f	165	308			dérivé acétylé fus. à 160.
g			i.	i.	aig. bleues s. ds phénol.
h	190		bs.		
i			s.		lamelles s. dans l'eau.
j	113	295	ps.	ts.	picrate fus. à 80.
k	84	vers 300	ts.	ts.	
l	128				lamelles brillantes.
m	229	sub.			
n	sub. 205	400	ps.	ps.	s. dans C^6H^6.
o	169	au-des. 360		s.	
p	26.5	262	s.	s.	
q	68	298	s.	s.	
r	49	295	s.	s.	
s	84	175 vide	s.		
t	93	355	s; bts.	s.	
u	159		s.	s.	
v					
x	130				
y	250	s.			
z	52	285	s; bts.	ts.	
a	120	306	ps; bs.	s.	
b	60		s.	s	
c	134	sub.	3; bts.	s.	
d	137		ps; bs.	ps.	
e	60	314	s.		
f	90	347	s.	s.	
g	déc. 185		s.		
h	79,2	218	ps; bs.	ps; bs.	
i	182		ps.	ps.	
j	liq.	263			
k	61	257			
l	350		s.	s.	prismes dans l'alcool.
m	61		s.	s.	longues aiguilles —
n	67,5				— —
o	107		s.	s.	courtes aiguilles —
p	48		s.	s.	longues aiguilles —
q	62,5		s.	s.	petits agrégats. —

Corps.	Formules.	Densités.	
Naphtaline bichlorée 1.8	$C^{10}H^6Cl^2$		a
— 2.3	—		b
— 2.6	—		c
— 2.7	—		d
Naphtaline trichlorée 1.2.3	$C^{10}H^5Cl^3$		e
— 1.2.4	—		f
— 1.2.5	—		g
— 1.2.6	—		h
— 1.2.7	—		i
— 1.3.5	—		j
— 1.3.6	—		k
— 1.3.7	—		l
— 1.3.8	—		m
— 1.4.7	—		n
— 1.4.8	—		o
— 2.3.7	—		p
— 2.3.8	—		q
Perchloronaphtaline	$C^{10}Cl^8$		r
Naphtaline bromée 1	$C^{10}H^7Br$		s
— 2	—		t
Méthylnaphtaline 1	$C^{10}H^7CH^3$		u
— 2	—		v
Diméthylnaphtaline	$C^{10}H^6(CH^3)^2$		x
Ethylnaphtaline 1	$C^{10}H^7C^2H^5$		y
— 2	—		z
Nitronaphtaline 1	$C^{10}H^7AzO^2$		a
— 2	—		b
Dinitronaphtaline 1.5	$C^{10}H^6(AzO^2)^2$		c
— 1.8	—		d
Naphtylamine 1	$C^{10}H^7AzH^2$		e
— 2	—		f
Méthyl α naphtylamine	$C^{10}H^7AzHCH^3$		g
di — α —	$C^{10}H^7Az(CH^3)^2$		h
di — β —	—		i
Ethyl α naphtylamine	$C^{10}H^7AzHC^2H^5$		j
— β —	—		k
di — α —	$C^{10}H^7Az(C^2H^5)^2$		l
di — β —	—		m
Phényl α naphtylamine	$C^{10}H^7AzHC^6H^5$		n
— β —	—		o
α Dinaphtylamine	$(C^{10}H^7)^2AzH$		p
β —	—		q

	Points de fusion.	Points d'ébullition	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a	83		s.	s.	rhomboèdres ds l'alcool.
b	119,5		s.	s.	écailles nacrées —
c	135		s.	s.	longues aiguilles —
d	114		s.	s.	lames minces —
e	81		s.	s.	longues aiguilles —
f	92		s.	s.	aiguilles plates —
g	78,5		s.	s.	— larges —
h	92,5		s.	s.	— frêles —
i	84		s.	s.	— microscopiques.
j	103		s.	s.	— plates —
k	88		s.	s.	— fines —
l	113		s	s.	— plates —
m	90		s.	s.	larges prismes —
n	66		s.	s.	aiguilles devenant opaq.
o	131		s.	s.	longues aiguilles —
p	91		s.	s.	petites lames —
q	109,5		s.	s.	longues aiguilles fines.
r	203	400	ps.		ts benzine et $CHCl^3$.
s	liq.	280	∞	∞	
t	68	282	s.	ts.	
u	liq.	240	s.	s.	picrate fus. à 117.
v	32	242	s.	s.	— 115.
x	liq.	vers 260	s.	s.	— 139.
y	liq.	259	s.	s.	— 98.
z	liq.	250	s.	s.	— 71.
a	61	304	s.	s.	
b	79				
c	216				
d	176				
e	50	300	s.	s.	
f	112	299	s.	s.	
g	liq.	293	s.	s.	
h	liq.	267	s.	s.	
i	46	305	s.	s.	
j	liq	303	s.	s.	
k	liq.	191 vide	s.	s.	
l	liq.	290	s.	s.	
m	liq.	316 sous 717	s.	s.	
n	62	226 vide	s.	s.	
o	108	395	s.	s.	
p	143	310 vide	s.	s.	
q	171				

Corps.	Formules.	Densités.	
αβ Dinaphtylamine	$(C^{10}H^{7})^{2}AzH$		a
Phénylnaphtylcarbazol	$C^{6}H^{4}.C^{10}H^{6}.AzH$		b
Naphtène-diamine 1.2	$C^{10}H^{6}(AzH^{2})^{2}$		c
— 1.4	—		d
— 1.5	—		e
— 1.6	—		f
— 1.8	—		g
— 2.6	—		h
— 2.7	—		i
Naphtol 1	$C^{10}H^{7}OH$		j
— 2	—		k
α Nitroso-α-naphtol	$C^{10}H^{7}AzO^{2}$		l
β —	—		m
α Nitroso-β-naphtol	—		n
Nitronaphtol 1.2	$C^{10}H^{6}AzO^{2}OH$		o
— 1.4	—		p
di — 1.2.4	$C^{10}H^{5}(AzO^{2})^{2}OH$		q
α dinaphtol	$C^{20}H^{12}(OH)^{2}$		r
β —	—		s
Acide naphtholsulfureux 1.2	$C^{10}H^{6}OH.SO^{3}H$		t
— 1.4	—		u
— 1.8	—		v
— 2.7	—		x
Dioxynaphtaline 1.2	$C^{10}H^{6}(OH)^{2}$		y
— 1.4	—		z
— 1.5	—		a
— 1.6	—		b
— 1.7	—		c
— 1.8	—		d
— 2.3	—		e
— 2.6	—		f
— 2.7	—		g
Naphtoquinone 1.4	$C^{10}H^{6}O^{2}$		h
— 1.2	—		i
Naphtazarine	$C^{10}H^{4}O^{2}(OH)^{2}$		j
Acide naphtoïque 1	$C^{10}H^{7}CO^{2}H$		k
— 2	—		l
Acide naphtalique 1.8	$C^{10}H^{6}(CO^{2}H)^{2}$		m
Anhydride naphtalique	$C^{10}H^{6}(CO^{2})^{2}O$		n
Anthracène	$C^{6}H^{4}(CH)^{2}C^{6}H^{4}$		o
Dichloranthracène 9.10	$C^{14}H^{8}Cl^{2}$		p
Dibromanthracène 9.10	$C^{14}H^{8}Br^{2}$		q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ebullition	d'alcool.	d'éther.	
a	110		s.	s.	
b	130	440	ps.	ps.	
c	95				dérivé acétylé pf. 234°.
d	120				— 154°.
e	189				— 305°.
f	liq.				
g	66				
h	216				
i	161				
j	94	278	s.	s.	ps. eau bouillante.
k	122	286	s.	s.	—
l	déc. 190		ts.	ts.	
m	152		ts.	ts.	
n	106				volatil avec vap. d'eau.
o	128				
p	164				
q	138		ps.	ps.	
r	300?		s.	s.	
s	218		s.	s.	
t	101				aiguilles blanc. déliq.
u	déc. 170				tables transp. ts. ds H^2O.
v	154				ts. dans l'eau.
x	89				aiguilles.
y	60				dérivé diacétique pf. 105°.
z	176		ts.	ts.	— — 129°.
a	258		ts.	ts.	— — 159°.
b	135,5				— — 73°.
c	178		ts.	ts.	— — 108°.
d	137				— — 147°.
e	160				
f	215		ts.	ts.	— — 175°.
g	186		s.	•	— — 129°.
h	125	subl.	s.	ts.	volatil avec vap. d'eau.
i	déc. 115		s.	ts.	aiguilles rouges d. éther.
j			s.	s.	se sublime vers 215°.
k	160		s.		ps. eau chaude.
l	184	au delà 300	s.	s.	
m	déc. 140		s.	ps.	
n	266		ps.	ps.	
o	213	au-des. 360	ps.	ps.	ts. dans benzine bouil.
p	209		ps.	ps.	ts. dans benzine.
q	221	sub.	ps.	ps.	s. dans toluène chaud.

Corps.	Formules.	Densités.	
α Anthrol	$C^{14}H^9OH$		a
Anthranol	—		b
Anthraquinone	$C^{14}H^8O^2$		c
α Nitroanthraquinone	$C^{14}H^7(AzO^2)O^2$		d
β —	—		e
β Dinitroanthraquinone	$C^{14}H^6(AzO^2)^2O^2$		f
α Oxanthraquinone	$C^{14}H^7O^2OH$		g
β —	—		h
Dioxyanthraquinone	$C^{14}H^6O^2(OH)^2$		i
Alizarine 1.2	—		j
Xanthopurpurine 1.3	—		k
			l
Quinizarine 1.4	—		m
			n
Anthrarufine 1.5	—		o
			p
Chrysazine 1.6	—		q
	—		r
Acide anthraflavique 1.7	—		s
Hystazarine 2.3	—		t
			u
Métadioxyanthraquinone 2.6	—		v
Acide isoanthrafluvique	—		x
Isochrysazine	—		y
Trioxyanthraquinones	$C^{14}H^5O^2(OH)^3$		z
Purpurine 1.2.4	—		a
Anthragallol 1.2.3	—		b
Flavopurpurine 2.5.6	—		c
Isopurpurine 1.2.7	—		d
Oxychrysazine 3.4.8	—		e
Acide rufigallique	$(OH)^3C^6H(CO)^2C^6H(OH)^3+2Aq$		f
Méthylanthracène 2	$C^{14}H^9CH^3$		g
Méthylanthraquinone	$C^{14}H^7O^2CH^3$		h
Phénylanthracène	$C^{14}H^9C^6H^5$		i
Phénanthrène	$(C^6H^4)^2C^2H^2$		j
Phénanthrène quinone	$C^{14}H^8O^2$		k
Fluoranthène	$C^{15}H^{10}$		l
Pyrène	$C^{16}H^{10}$		m
Rétène	$C^{18}H^{18}$		n
Chrysène	$C^{18}H^{12}$		o

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	déc. 250		s.	s.	
b	167		s.	s.	dérivé acétylé f. à 126-131
c	277	sub.	ps.	ps.	
d	230^0	sub.	ps.	ps.	s. dans benzine.
e	220	sub.	ps.	ps.	—
f	280		ps.	ps.	s. dans ac. acétique b.
g	191	sub.	s.	s.	dérivé acétylé fond à 179.
h	323	sub.	s.	s.	— — 158.
i					
j	282	sub. à 110	s.	s.	aiguilles rouges.
k	262		s.	s.	aiguilles jaunes brill. de
l					l'ac. acétique.
m	193		s.	s.	paillettes rouge-jaunâtre
n					de l'éther.
o	280		ps.	ps.	paillettes jaune clair de
p					l'ac. acétique.
q	191		s.	s.	aiguilles rouge-brunâtre
r					de l'ac. acétique.
s		sub déc. 330	s.	ps.	aiguilles jaunes.
t		sub déc. 260	s.	s.	aiguilles jaune-orangé
u					de l'ac. acétique.
v	293	sub.	s.	s.	aiguilles jaunes.
x		sub déc. 330	s.	ps.	—
y	180	sub.	s.		aig. rouge foncé de l'alc.
z					
a	253	sub. 150	bs.	s.	aiguilles rouges.
b		sub. 290	s.	s.	— noires.
c	au-des. 330	sub.	ts.	ps.	— jaunes.
d	vers 330		bts.	ps.	— oranges.
e		sub.	s.		— rougeâtres.
f		sub.	ps.	ps.	ts. acétone, cristaux bruns
g	203^0	au-des. 360	ps.	ps.	ts. benzine et CS^2.
h	162		bs.	s.	
i	152		bts.	ts.	
j	99	340	2; bts.	ts.	sub.
k	198		bs.	s.	
l	110		bs.	s.	comb. picrique fus. à 182.
m	148		bps.	s.	— — 222.
n	98	390	s.	s.	— — 123.
o	250	436	ps.	ps.	

(204) *Dérivés de l'essence de térébenthine.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points		Solubilité dans 100 p.			
			de fusion	d'ébull.	d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
			0	0				
Acide campholique.....	$C^{10}H^{18}O^{2}$		95	250		s.	s.	
— camphorique.....	$C^{10}H^{16}O^{4}$		176		1,1; b 12	ts.	ts.	
Anhydride camphorique.	$C^{10}H^{14}O^{3}$		217	> 270	ps.	ts.	ts.	
Bornéol	$C^{10}H^{18}O$		198	212	i.	ts.	ts.	
Camphène.............	$C^{10}H^{16}$	0,88/60°	45	160	i.	ts.	ts.	ts.
Camphre (laurinées)....	$C^{10}H^{16}O$	0,985	175	205	ps.	s.	s.	ts.
— monobromé...	$C^{10}H^{15}BrO$		76	274	i.	ps.	s.	ts.
Citrène...............	$C^{10}H^{16}$	0,85/15	liq.	173	i.	∞	∞	∞
Chlorh. térébenthène...	$C^{10}H^{16},HCl$		115	208 déc.	i.	s.	s.	
Hydr. — (terpine).	$C^{10}H^{16},2H^{2}O+aq.$	1,1	103	250	0,5; b 5	7	bs.	
Menthène..............	$C^{10}H^{18}$		165					
Menthol	$C^{10}H^{19}OH$		42	212	ps.	s.	s.	
Térébène	$C^{10}H^{16}$	0,875	liq.	156	i.	∞	∞	∞
Térébenthène.........	$C^{10}H^{16}$	0,864/15°	liq.	160	i.	∞	∞	∞
Thymol	$C^{10}H^{14}O$		44	230	0,3	bts.	ts.	
Thymoquinone.........	$C^{10}H^{12}O^{2}$		45,5	200	bs.	ps.	ts.	

(205) *Corps à chaînes fermées diverses.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébullit.	Solubilité dans l'alcool.	Solubilité dans l'éther.	Remarques.
Furfurane. .	C^4H^4O	0,964		31,5	s.	s.	
Furfurol....	$C^4H^3O.CHO$	1,163		162	s.	s.	1 p. s. dans 12 p. eau.
Thiophène..	C^4H^4S	1,088		84	∞	∞	
Pyrrol	$C^4H^4.AzH$	0,975		131	s.	s.	ps. eau.
Iodol	$C^4I^4.AzH$		déc. 140		ps.		
Pyrazol	$C^3H^3.Az.AzH$		70	185			
Antipyrine..	$C^3H(CH^3)^2Az^2(C^6H^5)O$		113	déc.	s.	s.	s. eau.
Indol	$C^8H^6.AzH$		52	déc. 245	ts.	ts.	volatil avec vap. eau.
Oxindol....	$C^8H^6O.AzH$		120				s. eau.
Isatine.	$C^8H^5O^2Az$		201	sub.	bs.	s.	i; bs. eau.
Indigotine..	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$			sub. 300	i.	i.	bs. aniline et nitrobenz.
Pyridine....	C^5H^5Az	1,003		114,5	∞	∞	∞ s. eau.
Pipéridine.	$C^5H^{11}Az$	0,881		106	∞	∞	—
Quinoléine..	C^9H^7Az	1,108		238	∞	∞	ps. eau froide.

(206) *Sels des acides organiques.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.	Solubilité dans 100 p. Éther.
Acétate d'ammonium	$C^2H^3O^2.AzH^4$	Décom.	ts.	s.	
— d'argent	$C^2H^3O^2Ag$		1	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^o.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate de baryum............	$(C^2H^3O^2)^2Ba + aq$	aq. à 100	8; b 96	1; b 1,5	i.
— de calcium...........	$(C^2H^3O^2)^2Ca + aq$	eff.	23	4	i.
— de cuivre...........	$(C^2H^3O^2)^2Cu + aq$	eff.	7; b 20	7	i.
— de magnésium........	$(C^2H^3O^2)^2Mg$		100	ts.	
— de plomb...........	$(C^2H^3O^2)^2Pb + 3aq$	3aq. à 100	66; b 200	s.	i.
— de potassium..........	$C^2H^3O^2K$		190; b 800	30; b 50	i.
— de sodium............	$C^2H^3O^2Na + 3aq$	eff.	28; b 204	45	i.
— de zinc.............	$(C^2H^3O^2)^2Zn + 5aq$	eff.	s.	s.	i.
Benzoate d'ammonium........	$C^7H^5O^2.AzH^4$		ts.	ts.	
— de calcium..........	$(C^7H^5O^2)^2Ca + 2aq$	2 aq. à 120	3,5; bts.	ps.	
— de potassium........	$C^7H^5O^2K + aq$	aq. à 100	ts.	s.	
— de sodium..........	$C^7H^5O^2Na$		s.	ps.	
Butyrate de calcium...........	$(C^4H^7O^2)^2Ca + n\,aq$	n aq. avant 140	18	ps.	
Citrate d'ammonium..........	$C^6H^6O^7(AzH^4)^2$		s.	s.	
— de calcium............	$(C^6H^5O^7)^2Ca^3 + 2aq$	2aq. à 200	ps.	i.	
— de fer (proto-)..........			ts.	i.	
— — (per-)...........	$(C^6H^5O^7)^2Fe^2 + 6aq$	3 aq. à 130; 3 à 150	ts.	i.	
— — ammon.........			ts.	i.	
— de magnésium........	$(C^6H^5O^7)^2Mg^3 + 14aq.$	14 aq. à 210	ts.	i.	
— de potassium..........	$C^6H^5O^7K^3 + aq$	aq. à 200	ts.	i.	
— de sodium............	$(C^6H^5O^7Na^3)^2 + 11aq$	7aq. à 100; 4 à 200	40	ps.	
Éthylsulfate de baryum........	$(C^2H^5SO^4)^2Ba + 2aq$	2aq. d. vide.	1; bts.	s.	i.
— de calcium........	$(C^2H^5SO^4)^2Ca + 2aq$	aq. à 80	1; bts.	s; bts.	i.
— de plomb..........	$(C^2H^5SO^4)^2Pb + 2aq$	2aq. d. vide.	ts.	ts.	i.
— de potassium......	$C^2H^5SO^4K$		125; bts.	tps.	i.
— de sodium.........	$C^2H^5SO^4Na + aq$	aq. d. vide.	160	s; bts.	i.
Formiate d'ammonium.........	$CHO^2.AzH^4$		ts.	ps.	i.
— de calcium..........	$(CHO^2)^2Ca$		10	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^{o}.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Formiate de plomb	$(CHO^2)^2Pb$(qq f. + aq)	aq. à 100	2,7	i.	i.
— de potassium	CHO^2K		ts.	ps.	tps.
— de sodium	CHO^2Na(qq f. + aq)	effl.	50	ps.	i.
Lactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 5aq$	5aq. d. vide.	11; bts.	0,2; b 90	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + 2aq$	2aq. d. vide.	15; b 45.	1; b 4	i.
— de fer (proto-)	$(C^3H^5O^3)^2Fe + 3aq$	3aq. d. vide.	2; b 8	i; bps.	
— de sodium	$C^3H^5O^3Na$		ts.	ts.	i.
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 3aq$	3aq. à 160	2; b 15	i.	
Paralactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 4aq$	4aq. à 100	9; bts.	bts.	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + aq$	aq. d. vide.	2; b 80	ts.	
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 2aq$	2 aq. 120	18; b 40	45; bts.	i.
Malate de calcium	$(C^4H^4O^5)Ca + 2aq$	aq 100; aq 180	ts.		
Oléate de calcium				s.	s.
— de plomb		fond à 80°			s.
— de potassium	$C^{18}H^{33}O^2K$		25	2; b 1	b 3
Oxalate d'ammonium	$C^2O^4(AzH^4)^2 + aq$	eff.	33	i.	i.
— de baryum	$C^2O^4Ba + aq$	aq. à 150	0,04	i.	i.
— de calcium	C^2O^4Ca + aq et 3aq	$n$aq. à 150	i.	i.	i.
— de fer (proto-)	$C^2O^4Fe + 2aq$	aq. à 160	0,05b0,03	i.	i.
— de potassium	$C^2O^4K^2 + aq$	aq. à 160	33	i.	i.
— de — (bi-)	$C^2O^4KH + aq$		2,5; b 17	b 3	i.
— de — (tétra-)	$C^2O^4KH + C^2O^4H^2 + 2aq$	2aq. à 128	5		
— de sodium	$C^2O^4Na^2$		3,5; b 7		
Palmitate de potassium	$C^{16}H^{31}O^2K$		p.s; ex.déc.	s; bts.	i.
— de sodium			déc.	ps; b 5	
Picrate d'ammonium	$C^6H^2Az^3O^7AzH^4$		s.	ps.	
— de baryum	$(C^6H^2Az^3O^7)^2Ba + 5aq$	5aq. vers 100	ts.		
— de potassium	$C^6H^2Az^3O^7K$		0,4; b 7	i.	

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t°.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Stéarate de plomb	$(C^{18}H^{35}O^2)^2Pb$.		i.	ps.	ps.
— de potassium	$C^{18}H^{35}O^2K$		b4	ps; b 15	i.
— de sodium	$C^{18}H^{35}O^2Na$		tps.	0,2; b 5	i.
Succinate d'ammonium	$C^4H^4O^4(AzH^4)^2$		ts.	ts.	
— de calcium	$C^4H^4O^4Ca + 3aq$	3aq. à 150	ps.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^4Pb$ (à 100°)		tps.	i.	
— de potassium	$C^4H^4O^4K^2 + 2aq$	2aq. à 100	ts.	s.	
— de sodium	$C^4H^4O^4Na^2 + 6aq$	6aq. à 100	s; bts.	s.	i.
Tartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6AzH^4$		2; bts.		i.
— antim. pot. (émétique)	$C^4H^4O^6K(SbO) + 1/2aq$	1/2aq. à 100	7; b 53	i.	
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	3aq. à 150	0,08; b 0,28	i.	i.
— de — (bi-)	$(C^4H^5O^6)^2Ca$		0,7; bs	i.	
— de fer (per-)			s.	i.	
— — et potassium			s.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^6Pb$		i.		
— de potassium	$(C^4H^4O^6K^2)^2 + aq$	aq. à 180	150	b 0,4	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,48; b 7	i.	i.
— — et sodium	$C^4H^4O^6NaK + 4aq$	3aq 100 2aq 195	50 env.	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2 + 2aq$	2aq. à 200	30 env.; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6Na + aq$	aq. à 108	10; b 55	i.	i.
Paratartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6(AzH^4)$		1; bts.	i.	i.
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	4aq. à 200	i.	i.	i.
— de potassium	$C^4H^4O^6K^2 + 2aq$	2aq. à 100	100; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,5; b 7	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2$		38	i.	i.
Urate d'ammonium (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3(AzH^4)$		0,06; bs.	i.	i.
— de potassium	$C^5H^2Az^4O^3K^2$		2,5; b 3	ps.	i.
— (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3K$		0,13; b 1,3	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Ether.
Urate de sodium...............	$C^5H^2Az^4O^3Na^2 + aq$	aq. à 140°	1,6	ps.	i.
— — (bi-)...........	$C^5H^3Az^4O^3Na + \frac{1}{2}aq$	$^1/_2$ aq. à 170	0,08; b 0,8	i.	i.
Valérate d'ammonium.........	$C^5H^9O^2(AzH^4)$		ts.	ts.	
— de potassium.........	$C^5H^9O^2K$	déliq.	ts.	28	
— de sodium............	$C^5H^9O^2Na$	déliq.	ts.	ts.	
— de zinc...	$(C^5H^9O^2)^2Zn$		2 : b 2,5	6	0,2; b 5

(207) *Amines volatiles et Amides.*

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Formiamide...........	$CHO.AzH^2$	° liq.	° 192	s.	s.	i.
Acétamide.............	CH^3COAzH^2	78	222	ts.	ts.	ts.
Oxamide	$(COAzH^2)^2$		déc.	0,01; bps.	i.	i.
Diéthyloxamide	$[COAzH(C^2H^5)]^2$		déc.	s.	s.	
Diéthyloxamate d'éthyle.	$COAz(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5$	liq.	260			
Oxaméthane...........	$COAzH^2—CO.OC^2H^5$	110	220	s.	ps; bts	
Urée..................	$CO(AzH^2)^2$	132	déc.	100; bts.	20; b100	i.
Éthylurée	$CO.AzH^2.AzHC^2H^5$	92	déc.	s.	s.	
Diéthylurée...........	$CO.AzH^2.Az(C^2H^5)^2$	112,5	263	s.	s.	s.
Uréthane..............	$COAzH^2.OC^2H^5$	49	180	s.	s.	s.
Biuret................	$(COAzH^2)^2AzH$	190	déc.	s.	ts.	
Allophanate d'éthyle....	$C^4H^8Az^2O^3$	190	sub.	i; bts.	ps.	bps.
Acétylurée	$COAzH^2.AzHC^2H^3O$	vers 200	déc.	ts.	1; b10	i.
Glycocolle............	$CH^2AzH^2—CO^2H$	vers 170	déc.	23	0,1	i.
Sarcosine	$CO^2H—CH^2AzHCH^3$	100 déc.		s	tps.	i.
Alanine	$CH^3.CHAzH^2.CO^2H$	subl. 200	déc.	21,7; bts.	0,2	i.

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Points de Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.	Solubilité dans 100 p. Éther.
Leucine	$C^6H^{13}AzO^2$	170°	déc.	3,7; bts.	0,1	i.
Acide cyanurique	$(CO.AzH)^3$		dissocié	2,5; bts.	i;bs.	
Cyanurate d'éthyle	$(CO.AzC^2H^5)^3$	95	253	i; bps.	s.	s.
Cyanamide	$C(AzH)^2$	40	polyméris.	s.	s.	s.
Guanidine	$C.AzH.(AzH^2)^2$			s.	s.	
Créatine	$C^4H^9Az^3O^2 + H^2O$	déc.		1,3; bs.	0,011	i.
— ZnCl²	$(C^4H^9Az^3O^2)^2ZnCl^2$	déc.		ps; bdec.	i.	i.
Créatinine	$C^4H^7Az^3O$	déc.		9; bts.	1; bs.	
— ZnCl²	$(C^4H^7Az^3O)^2ZnCl^2$	déc.		1,8; b3,6	0,2	i.
Alloxane	$C^4H^2Az^2O^4$	déc.		ts.	s.	
Acide dialurique	$C^4H^4Az^2O^4$	déc.		ps.		
Acide barbiturique	$C^4H^4Az^2O^3$	déc.		ps; bts.		
Allantoïne	$C^4H^6Az^4O^3$	déc.		0,6; b 3,3	s.	i.
Hydantoïne	$C^3H^4Az^2O^2$	206		s; bts.		
Acide urique	$C^5H^4Az^4O^3$	déc.		0,007; b0,06	i.	i.
Xanthine	$C^5H^4Az^4O^2$	déc.		bps.	i.	i.
Guanine	$C^5H^5Az^5O$	déc. 250°		i.	i.	i.
Hypoxanthine	$C^5H^4Az^4O$	déc.		0,33; b1,3	0,1	
Taurine	$C^2H^7AzSO^3$	déc.		6; bts.	i.	i.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3 + H^2O$	déc.		1,8; b 23	i; b0,14	i.
Acide aspartique	$C^4H^7AzO^4$	déc.		0,4; b 5,4	i.	
Méthylamine	$AzH^2.CH^3$	gaz	— 3	ts.	ts.	ts.
Triméthylamine	$Az(CH^3)^3$	liq.	9,3	ts.	∞	∞
Éthylamine	$AzH^2.C^2H^5$	liq.	18,7	∞	∞	∞
Amylamine	$AzH^2.C^5H^{11}$	liq.	95	∞	∞	∞
Conicine	$C^8H^{15}Az$	liq.	163,5	1	ts.	ts.
Nicotine	$C^{10}H^{14}Az^2$	liq.	250	ts.	ts.	ts.

(208) *Alcaloïdes naturels.*

Alcaloïdes.	Formules.	Points de Fusion.	Solubilité dans 100 p.						
			Eau.	Alcool.	Huile d'olives	Éther.	Chloroforme.	Pétrole.	Benzine.
		0							
Aconitine....	$C^{30}H^{47}AzO^{7}$	120	0,02; b 0,3	22	2,6	50	40	i.	ps.
Atropine....	$C^{17}H^{23}AzO^{3}$	90	0,3; b 2	40; bts.	3	3; b 15	30	i.	3
Brucine.....	$C^{23}H^{26}Az^{2}O^{4} + 4aq.$		0,32; b 0,7	ts.	1,7	i.	56,7	ps.	1,7
Caféine.....	$C^{8}H^{10}Az^{4}O^{2}$		1; b 10	1; b 5		0,2	11	1.	s.
Cantharidine	$C^{10}H^{12}O^{4}$	210	i.	0,12; b 2,2		3	1,20		0,5
Cinchonidine	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	206,5	0,04; b 0,07	8,5		1,3			
Cinchonine..	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	240	0,02; b 0,4	0,7; b 2	1	0,3	4,3		bs.
Codéine.....	$C^{18}H^{21}AzO^{3} + aq.$	100	1,3; b 5,9	ts.		s.		i.	ts.
Digitaline...	$nC^{5}H^{8}O^{3}$		i.	8; b 17		i.	tp.		i.
Émétine.....	$C^{20}H^{30}Az^{2}O^{5}$		ps.	s.		i.	s.	s.	s.
Esérine.....	$C^{15}H^{21}Az^{3}O^{2}$		ps.	s.		s.	s.	i.	s.
Morphine....	$C^{17}H^{19}AzO^{3} + aq.$		0,1; b 0,2	2; b 4	i.	s.	0,6		i.
Narcéine....	$C^{23}H^{29}AzO^{9}$	145,2	0,1; b 0,4	0,1; bs.		i.			i.
Narcotine...	$C^{22}H^{23}AzO^{7}$	176	0,06; b 0,15	1; b 4	1,25	1; b 2,5	34		5
Papavérine..	$C^{20}H^{21}AzO^{4}$	147	i.	ps; bs.		ps.		i; bs.	2,7
Pipérine...	$C^{17}H^{19}AzO^{3}$		i; bps.	3; b 100		1	s.	s.	s
Quinidine...	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2} + 2aq.$	168	0,05	5		3	ps.		ps.
Quinine.....	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2} + 3aq.$	120	0,2; b. 0,5	15; b 50	4,2	2	17,5	s.	s.
Santonine...	$C^{15}H^{18}O^{3}$	169	0,02; b. 0,4	12; b 35		1,4; b 2,5	23		
Solanine...	$C^{43}H^{69}AzO^{16}$	235	i; b. 0,013	0,2; b 0,8	ps.	0,03			i.
Strychnine..	$C^{21}H^{20}Az^{2}O^{2}$		0,02; b. 0,04	0,8; b 10	1	i.	14		0,6
Thébaïne....	$C^{19}H^{21}AzO^{3}$.	193	i.	10		ts.			5,27
Théobromine	$C^{7}H^{8}Az^{4}O^{2}$.		0,1	0,07; b 2		0,06; b 0,2		i.	i.
Vératrine....	$C^{32}H^{52}Az^{2}O^{8}$	115	i; b. 0,1	ts.	1,7	15	58,5		s.

(209) *Sels des alcaloïdes.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.
Aconitine, chlorhydrate	$C^{30}H^{47}AzO^7.2HCl + aq.$		s.	
Atropine, sulfate	$(C^{17}H^{23}AzO^3)^2H^2SO^4$		s.	
— valérate	$C^{17}H^{23}AzO^3.C^5H^{10}O^2 + aq.$	aq. à 100	s.	s.
Brucine, sulfate	$(C^{23}H^{26}Az^2O^4)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 130	s.	ps.
Cinchonine, chlorhydrate basique	$C^{20}H^{24}Az^2O.HCl + 2aq.$	2aq. à 100	4,1	76,9
— sulfate basique	$(C^{20}H^{24}Az^2O)^2H^2SO^4 + 2aq.$	2aq. à 100	1,5; b. 7	15; b. 60
Codéine, chlorhydrate	$C^{18}H^{21}AzO^3.HCl + 2aq.$	2aq. à 120	5; b. 100	
Conicine —	$C^8H^{15}Az.HCl$		ts.	s.
Morphine, acétate			4; bs.	ps.
— chlorhydrate	$C^{17}H^{19}AzO^3.HCl + 3aq.$	3aq. à 130	5; b. 100	2; b. 10
— sulfate	$(C^{17}H^{19}AzO^3)^2H^2SO^4 + 5aq.$	5aq. à 130	50	s.
Narcotine, chlorhydrate	$C^{22}H^{23}AzO^7.HCl$		s.	
Quinine, arséniate			s.	
— azotate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HAzO^3 + \frac{1}{2} aq.$	$\frac{1}{2}$aq. à 100	s.	
— chlorhydrate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl + aq.$		4; bts.	
— chloroplatinate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl)^2PtCl^4 + 2aq.$	2 aq. à 140	0,07; b. 0,8	i; b. 0,05
— citrate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2C^6H^8O^7 + 5aq.$	5aq. à 100	0,1; b. 3	2; b. 30
— ferrocyanure	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2H^4FeCy^6 + 4aq.$		ps; bs.	
— hypophosphite	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.PH^3O^2$		2; bs.	
— lactate			s.	
— sulfate acide	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.H^2SO^4 + 7\frac{1}{2} aq.$	$7\frac{1}{2}$aqd. air sec	9; bts.	bts.
— — neutre	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2.H^2SO^4 + 7aq.$	7aqd. air sec	0,15; b. 3	1; b. 15
— valérianate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.C^5H^{10}O^2 + 12aq.$	12aq. à 90	1; b. 2,5	15; b. 100
Strychnine, azotate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HAzO^3$		2; b. 50	2; b. 50
— chlorhydrate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2,HCl + aq.$	aq. à 120	2	
— sulfate	$(C^{21}H^{20}Az^2O^2)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 135	2	

(210) *Principaux sucres.*

Sucres.	Formules.	Solubilité. Eau.	Solubilité. Alcool.	Point de fusion.	Osazones P. de fusion.
Arabinose	$C^5H^{10}O^5$	s.	ps.	160°	160°
Xylose	—	s.	i.	165	165
Ribose	—	s.		sirup.	160
Lixose	—	s.		sirup.	
Rhamnose (isodulcite)	$C^6H^{13}O^5$	ts.	s.	92	159
Chinovose	—	s.	s.	sirup.	193–194
Fucose	—	ts.			159
d Glucose (ordinaire)	$C^6H^{12}O^6$	ts.	ps.	144	230
l Glucose	—	ts.	ps.	141–143	205
i Glucose	—	ts.	ps.	sirup.	132–133
d Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	156
l Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	156
i Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	157–159
d Mannose	—	ts.	ps.	132	205–206
l Mannose	—	ts.	ps	sirup.	205
i Mannose	—	ts.	ps.	sirup.	217–218
d Galactose	—	ps.	ps.	168	193–194
l Galactose	—	ps.	ps.	162–163	193–194
i Galactose	—	ps.	ps.	140–142	206
Talose	—	ts.	ps.	sirup.	193–194
Rhamnohexose	$C^7H^{15}O^6$	ts.	as.	180–181	200
d Fructose (lévulose)	$C^6H^{12}O^6$	ts.	ps.	95	205
l Fructose	—	ts.	ps.	sirup.	205
i Fructose (α Acrose)	—	ts.	ps.	sirup.	217–218
Sorbose	—	ts.	tps.		164

Sucres.	Formules.	Solubilité. Eau.	Solubilité. Alcool.	Point de fusion.	Osazones P. de fusion.
Glucoheptose	$C^7H^{17}O^7$	ts.	ps.	180-190	195
Mannoheptose	—	ts.	ps.	134-135	200
Gluco-octose	$C^8H^{19}O^8$	ts.	ps.	93	210-213
Manno-octose	—	ts.	ps.	sirup.	223
Glucononose	$C^9H^{21}O^9$	ts.	ps.	sirup.	220-223
Mannononose	—	ts.	ps.	130	217
Arabite	$C^5H^{12}O^5$	ts.	ps.	102	
Xylite	—	ts.	s.	sirup.	
Adonite	—	ts.	s.	102	
Rhamnite	$C^6H^{15}O^5$	ts.	ts.	121	
d Mannite	$C^6H^{14}O^6$	s.	i.	166	
l Mannite	—	ts.	i.	163-164	
i Mannite (α Acrite)	—	ts.	ps.	170	
d Sorbite	—	s.	s.	104-109	
l Sorbite	—	s.	s.	75	
Dulcite	—	ps.	i.	188	
Rhamnohexite	$C^7H^{17}O^6$	ts.	as.	173	
Perséite (*i* Manno-heptite)	$C^7H^{16}O^7$	s.	ps.	188	
Volémite	—	s.	ps.	151-153	
Saccharose	$C^{12}H^{22}O^{11}$	ts.	ps.	190-200	
Lactose	—	s.	i.	203,5	200
Maltose	—	ts.	ps.		206
Tréhalose (mycose)	—	ts.	tps.	210	
Raffinose (mélitose)	$C^{18}H^{32}O^{16}$	ts.	tps.	130	187-189
Mélézitose	—	ts.	s.	148	

(212) *Note pour l'usage des tables* 202 *à* 210.

Ces tables comprennent presque tous les sels, alcools, éthers, acides, etc., employés dans l'industrie ou la pratique courante du laboratoire. Les documents qu'elles renferment se rapportent aux corps tels qu'on les trouve habituellement dans le commerce; les sels de la chimie minérale sont indiqués avec leur eau de cristallisation. Dans la partie qui a trait à la chimie organique, nous avons eu soin de spécifier les isoméries, telles qu'on les admet dans l'état actuel de la science et, spécialement pour la série aromatique, nous avons adopté la classification en trois séries, *ortho*, *méta* et *para*. Les abréviations employées se comprennent facilement. Dans la table **206**, la colonne indiquant la perte d'eau des sels par la chaleur est disposée ainsi : soit le tartrate de potassium et sodium, $C^4H^4O^6KNa + 4aq$; en regard on trouve 3aq.100 aq.135; cela veut dire que sur 4aq, il en perd 3 à 100° et le reste à 135°. Pour ce qui regarde la solubilité, le signe *b* placé devant un chiffre ou un signe tel que *s.* ou *ts.* indique la solubilité dans le dissolvant bouillant; ainsi : urate de potassium 2,5; b3, signifie que vers 15°, 100 parties d'eau dissolvent 2,5 p. d'urate de potassium; et à l'ébullition 3 p. Les signes *p*, *m*, *o* placés dans la table **203** devant les formules ou les noms des corps, indiquent l'isomérie dans la série para, méta ou ortho, d'après la théorie de M. Kekulé. Les densités se rapportant à 0°, à moins d'indication spéciale.

Section VII. — Solubilités.

(213) *Solubilité de l'air dans l'eau.*

1 volume d'eau sous une pression de $0^m,76$ de mercure à t°.C. dissout		1 volume d'eau sous une pression de $0^m,76$ de mercure à t°.C. dissout	
Température.	Volume.	Température.	Volume.
0	0,02471	11	0,01916
1	0,02406	12	0,01882
2	0,02345	13	0,01851
3	0,02287	14	0,01822
4	0,02237	15	0,01795
5	0,02179	16	0,01771
6	0,02128	17	0,01750
7	0,02080	18	0,01732
8	0,02034	19	0,01717
9	0,01992	20	0,01704
10	0,01953		

(214) *Brome.*

100 parties d'eau dissolvent					
Températ.	Brome.	Températ.	Brome.	Températ.	Brome.
°		°		°	
5	3,73	15	3,33	25	3,26
10	3,44	20	3,31	30	3,22

(215) *Solubilité du soufre dans les huiles de houille.*

Température.	Benzine bouillant de 80 à 100° D = 0,87	Benzine bouillant de 85 à 110° D = 0,88	Benzine bouillant de 120 à 200° D. = 0,882	Benzine bouillant de 150 à 200° D. = 0,885	Huile lourde bouillant de 210 à 300° D. = 1,01	Huile lourde bouillant de 220 à 300° D = 1,02
°						
15	2,1	2,5	2,5	2,6	6	7
30	3,0	4,0	5,3	5,8	8,5	8,5
50	5,2	6,1	8,3	8,7	10,0	12,0
80	11,8	13,7	15,2	21,0	37,0	41,0
100	15,5	18,3	23,0	26,4	52,5	54,0
110		23,0	26,2	31,0	105,0	115,0
120		27,0	32,0	38,0		
130			38,7	43,8		

			Temp.
			°
100 p. de benzine en dissolvent	{	0,965 à	+ 26
		4,377	+ 71
— toluène —		1,479	+ 23
— éther —		0,972	+ 23,5
— chloroforme —		1,205	+ 22
— phénol —		16,35	+ 174
— aniline —		85,96	+ 130

100 parties de sulfure de carbone dissolvent	Température.
	°
16,54	— 11
18,75	— 6
23,99	zéro
41,65	+ 15
46,05	+ 22
94,57	+ 38
146,21	+ 48,5
181,34	+ 55

(216) *Acide bromhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 600 vol. environ, sous la pression 0,76.

(216 a) *Acide iodhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 425 vol. environ, sous la pression 0,76.

(217) *Chlore.*

1 litre d'eau absorbe					
Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.
0		0		0	
0	1,43	8	3,04	50	1,19
3	1,52	10	3,00	10	0,71
6,5	2,08	17	2,37	100	0,15
7	2,17	35	1,61		

(218) *Acide chlorhydrique.*

1 gramme d'eau absorbe					
Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.
0	gr	0	gr	0	gr
0	0,825	20	0,721	50	0,596
10	0,772	30	0,673	60	0,561
15	0,747	40	0,633		

(219) *Tables des solubilités dans l'eau.*

Les tables donnent le nombre de parties de différents composés qui se dissolvent dans 100 p. d'eau (*voir* § **184**, **202** *et suiv. pour leurs formules*).

t.	Acide benzoïq.	Acide borique		Acide oxaliq.	Acide succin.	Acide racémiq. crist.	Acide tartrique	Alun ammon crist.
		crist.	anhyd.					
0		1,9	1,1	5,2	3	9,2	115	5,2
10	0,21	2,9	1,6	8,0	5	14,0	126	9,2
20		4,0	2,3	13,9		21,6	139	13,7
30	0,42			23,0		29,1	156	19,3
40	0,55	7,0	3,9	35,0	15	43,3	176	27,3
50		9,80		51,2	22	59,5	195	36,5
60	1,2	11,0	6,1	75,0		78,3	217	51,3
70	1,8			118		99,9	244	72,0
80		16,8	9,5	205	63	125	273	103
90				345		153	307	188
100	5,9	34	16	fond	121	185	343	422

t.	Alun ammon. anhydre.	Alun de potasse		Baryte crist.	Borax crist.	Bromate de potass.	Bromate de sodium.	Bromure de calcium.
		crist.	anhydre					
0	2,6	3,9	2,1		2,8	3,1	28	125
10	4,5	9,5	5,0	4,7	4,6			
20	6,6	15,1	7,7	7,4	7,9	7,0	35	143
30	9,0	22,0	10,9		11,9			
40	12,3	30,9	14,9	16,5	17,9	13,2	50	213
50	15,9	44,1	20,1		27,4			
60	21,1	66,6	26,7	48	40,4	23	63	278
70	26,9	90,7	35,1		57,8			
80	35,2	134	45,7		76,2	34	76	
90	50,3	209	58,7		116,7			
100	70,8	357	74,5		201,4	50	91	310

t.	Bromure de potassium.	Bromure de sodium anhydr.	Carbonate de potass. anhydre	Carbonate (bi-) de potass.	Carbonate de sodium		Carbonate (bi-) de sodium.	Chlorate de baryum crist.
					crist.	anhydr.		
0	53,5	77,5	89		21	7	9	24,5
10			109	23	41	13	10	
20	64,6	88,5	112	27	93	22	11	40
30			114		274	38	12	
40	74,6	104	117				13	
50							14,5	
60	84,7	111	127	42			15,6	86
70							16,7	
80	93,5	113	140				déc.	
90								
100	102	115	156			45,4		145

t.	Chlorate de potassium.	Chlorate de sodium.	Chlorure d'ammonium	Chlorure de baryum anhyd.	Chlor. de cadm. anhydr.	Chlorure de calcium anhydre.	Chlorure de potassium.	Chlorure (bi-) de mercure.
0	3,3	82	28	31		50	28,5	5,7
10			33	33		60	32	6,6
20	7,2	99	37	36	141	74	35	7,4
30			42	38		93	37	8,4
40	14,4	123	46	41	139	110	40	9,6
50	19,5		51	44			43	11,3
60		147	55	46	139	129	45	13,7
70	32		59	49			48	17,3
80	39	176	64	52	143	142	51	24
90			68	56			54	37
100	56	204	73	59	149	156	57	54

t.	Chlorure de sodium.	Chlorure de stront. anhydre.	Chromate de potassium jaune.	Chromate de potassium rouge.	Émétique.	Hyposulfite de sodium anhydr.	Iodate de potassium.	Iodate de sodium.
0	35,5	44	59	4,6		49	4,7	2,5
10	35,7	48	62	7,4	5			
20	36,0	54	63	12,4	8	69	8,1	9,1
30	36,3	60	65	18,4	12			
40	36,6	67	67	26		104	12,8	14,4
50	37,0	74	69	35	18			
60	37,2	83	71	45		192	18,5	21
70	37.9	90	73	57	28			
80	38.2	92	75	69			24,8	28
90	38,9	96	77	81	35			
100	39.6	102	79	94			32,2	34

t.	Iodure de cadmium	Iodure de calcium	Iodure de potassium.	Iodure de sodium anhydr	Nitrate d'arg.	Nitrate de baryum.	Nitrate de plomb.	Nitrate de potass.
0		192	128	159	122	5.2	39	13
10			136			7,0	48	22
20	92,8	204	144	178	230	9,2	56	31
30			152			11,6	65	44
40	100	228	160	208	390	14,2	75	64
50			168			17	85	86
60	108		176	256	540	20		111
70			184			24	105	139
80	116		192	303	680	27		172
90			201			30		206
100	133	430	209	313	940	32	139	247

t.	Nitrate de sodium.	Nitrate de strontium.	Oxalate (bi-) de potass. anhydre.	Phosphate de sodium. bibasiq. anhydr.	Phosphate de sodium. tribas. anhydr.	Phosphate de sodium. Pyro. crist.	Strontiane hydratée.	Sulfate d'alum. crist.
0	73	30	2,2	2,5	1,5		0,9	87
10	78	55	3,1	4	4,1	6,8		95
20	88	71	5,2	9	11	11	1,8	107
30	98	87	7,5		20			128
40	102	91	10,5	64	31			168
50	120	93	15		43		5,8	201
60	131	94	20	92	55	44		263
70	142	95	27		69		12	348
80	154	97	35		81			467
90	165	99	43		95			679
100	180	101	51	99	108	93	81	1132

t.	Sulfate d'ammonium.	Sulfate de calcium. crist.	Sulfate de cobalt. anhydre.	Sulfate de cuivre anhydre.	cristall.	Sulfate ferreux. crist.	Sulfate de magnés. anhydre.
0	71	0,190	24,2	18	31,6		27
10	73.6		30,5	21	36.9	61	31
20	76	0,206	36,4	23	42,3	85	36
30	79		42	27	48,8		41
40	82	0,214	49	30	56,9		46
50	84		55	34	65,8		50
60	87	0,208	60	39	77.3	264	55
70	89		66	45	94,0		60
80	92	0,195		53	118,0		64
90	95			64	156,4	370	69
100	98	0,174		75	203,3	330	74

t.	Sulfate de nickel. anhydre.	Sulfate de potassium.	Sulfate de zinc crist.	anhydre.	Sulfite de sodium. anhydre.	Tartrate (bi-) de potass.
0	29	8,5	115	43	14	0,32
10	35	9,7	138	48		0,40
20	40	10,9	161	53	26	0,57
30	45	12,3	191	58		0,90
40	49	14,0	224	63	49	1,3
50	52	15,8	264	69		1,8
60	57	17,8	313	74		2,4
70	62.	19,8	369	79		3.2
80		21,8	443	85		4.5
90		23,9	533	90		5,7
100		26.2	654	95		6 9

(219 a) *Solubilité de quelques sulfates dans 100 parties d'acide sulfurique.*

(α ordinaire, β fumant.)

	α	β		α	β
Sulfate de calcium	2.03	10.17	Sulf. de strontium	5,68	9,77
— de baryum	5,69	15,89	— de plomb...	0,13	4,19

(219 b) *Solubilité des trois modifications de sulfate de sodium.* (LŒWEL.)

Température.	Sel anhydre cristallisé. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation : Sel anhydre SO^4Na^2.	Cristaux à $10H^2O$ 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Sel cristallisé à $7H^2O$. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
		Sel anhydre.	Sel à $10H^2O$.	Sel anhydre.	Sel à $7H^2O$.
0°	»	5,02	12,16	19,62	44,84
10	»	9,00	23,04	30,49	78,90
15	»	13,20	35,96	37,43	105,79
20	52,76	19,40	58,35	44,73	140,01
25	51,53	28,00	98,48	52,94	188,46
26	51,31	30,00	109,81	54,97	202,61
30	50,37	40,00	184,09		
34	49,53	55,00	412,22		
40,15	48,78				
50,40	41,82				
59,79	45,41				
70,61	44,35				
84,42	42,96				
103,17	42,65				

(219 c) *Solubilité de quelques chlorures dans l'alcool.*

Chlorure de potassium.		Chlorure de magnésium.		Bichlorure de mercure.		Chlorure de strontium.	
Degré de l'alcool.	KCl °/₀ sol.	Degré de l'alcool.	$MgCl^2$ dans 100 p. alcool à 15°.	Degré de l'alcool.	$HgCl^2$ sol. dans 100 p. alcool à 10°.	Degré de l'alcool.	$SrCl^2$, 6 aq sol. dans 100 p. alcool.
0	24,6	66	21,25	95	39	7	49,8
10	19,8	86	23,71	93	34	11	47,0
20	14,7	90	36,25	88	28	13	39,6
30	10,7	95	50,0	80	24	29	35,9
40	7,7			60	11	40	30,4
50	6,0			33	7	48	26,8
60	2,8					63	19,2
80	0,45					86	4,9
						91	3,2

(219 d) *Nitrates dans l'acide nitrique.*

100 p. d'acide nitrique à 42° Baumé dissolvent					
à 20°	26,3 p.	AzO^3K	ou	35,1	AzO^3Na
à 123°	100 p.	»		25	»

(219 e) *Solubilité du sulfate de strontium dans quelques solutions salines.*

	Solution de NaCl à %.			Solution de KCl à %.		
	22,17	15,54	8,44	18,08	12,54	8,22
SO^4Sr dissous...	0,1811	0,2186	0,1658	0,2513	0,1933	0,1925

	Solution de $MgCl^2$ à %.			Solution de $CaCl^2$ à %.		
	13,63	4,03	1,59	33,70	16,51	8,67
SO^4Sr dissous...	0,2419	0,2057	0,1986	0,1706	0,1853	0,1756

(219 f) *Solubilité du sucre dans l'eau pure, de 0 à 50°.*

Températ.	Sucre dissous %.	Températ.	Sucre dissous %.	Températ.	Sucre dissous %.
0°	64,18	20°	67,09	40°	70,42
5	64,87	25	67,89	45	71,32
10	65,58	30	68,70	50	72,25
15	66,33	35	69,55	100	82,97

(219 g) *Solubilité du sucre dans des mélanges d'eau et d'alcool.*

Richesse du dissolvant en alcool	à 0°		à 14°		à 40°
	Densites à 17°,5.	Sucre dans 100 cc.	Densités à 17°.	Sucre dans 100 cc.	Sucre dans 100 cc.
		gr		gr	
0	1,3248	85,8	1,3258	87,5	105,2
10	1,2991	80,7	1,3000	81,5	95,4
20	1,2360	74,2	1,2662	74,5	90,0
30	1,2293	65,5	1,2327	67,9	82,2
40	1,1823	56,7	1,1848	58,0	74,9
50	1,1294	45,9	1,1305	47,1	63,4
60	1,0500	32,9	1,0582	33,9	49,9
70	0,9721	18,2	0,9746	18,8	31,4
80	0,8931	6,4	0,8953	6,6	13,3
90	0,8369	0,7	0,8376	0,9	2,3
97,4	0,8062	0,08	0,8082	0,36	0,5

CHAPITRE III.

Renseignements relatifs à la chimie appliqué et à l'industrie.

Section I. — Eaux.

(220). *Analyse chimique des eaux potables.*

Les eaux, d'après leur origine et leurs propriétés, peuvent se diviser en cinq groupes : 1° météoriques; 2° des nappes souterraines; 3° des cours d'eau; 4° eaux stagnantes; 5° eaux résiduaires. Les 2° et 3° séries seules doivent entrer dans l'alimentation. Les eaux de la 2° série renferment souvent un excès de matières minérales empruntées aux terrains qu'elles traversent : les meilleures proviennent des alluvions formées aux dépens des terrains primitifs; les eaux sortant des terrains tertiaires sont généralement mauvaises. Les eaux des rivières et fleuves sont éminemment variables, et il importe d'examiner non seulement leur richesse minérale, mais encore la nature et la proportion des matières organiques qu'elles renferment, et qui peuvent provenir de la végétation aquatique ou des résidus industriels ou humains : les eaux souillées de résidus organiques doivent être absolument rejetées de l'alimentation. Il importe donc, avant de se prononcer sur la valeur potable d'une eau, de préciser son origine, les couches géologiques qu'elle a traversées, et, s'il est possible, sur quelle nature de terrains est tombée l'eau météorique qui a donné naissance à la source; pour les cours d'eau, s'ils ont reçu des résidus provenant d'usines ou d'égouts, et à quel endroit de la rivière l'eau est puisée.

La température d'une eau potable doit être comprise entre 10 et 15°.

L'eau destinée à l'analyse doit être prélevée dans des bouteilles en verre, neuves, bouchées à l'émeri ou au liège paraffiné, et rincées plusieurs fois avec l'eau à prélever : une bonne précaution consiste à les laver avec un mélange d'acides sulfurique et nitrique, qu'on élimine ensuite avec soin par des lavages à l'eau prélevée. Les eaux de rivière

doivent être prises au milieu du courant, ni à la surface, ni au fond; pour les eaux de pompe, on aura soin de renouveler le contenu des tuyaux avant de remplir les bouteilles.

On devra exiger au moins 2 à 3 litres d'eau pour l'analyse.

PRÉPARATION DES LIQUEURS TITRÉES.

Alcalinité. — Acide sulfurique normal-décime du laboratoire (t. **254**) : Orangé de diméthylaniline à 1 gramme par litre.

Hydrotimétrie. — 1° Peser exactement $1^{gr},10$ de chlorure de baryum pur et sec, $BaCl^2,2Aq$, et dissoudre dans 2 litres d'eau.

On peut remplacer le chlorure par $1^{gr},18$ de nitrate de baryum.

2° Dissoudre au bain-marie 250 grammes de savon blanc de Marseille (d'huile d'olives) ou mieux de savon amygdalin ou officinal, dans 3 litres d'alcool à 90°, et filtrer le liquide dans un flacon de 6 litres renfermant 1 litre d'alcool et 2 litres d'eau. Laisser reposer au moins 3 mois. Au moment de l'usage, filtrer et titrer.

Dans le flacon spécial introduire 40 cc. de solution de chlorure de baryum, puis par 2 ou 3 divisions ajouter la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse ait au moins un demi-centimètre de haut, soit fine et persiste au moins 5 minutes.

Soit n le nombre de divisions qu'on a lu sur la burette hydrotimétrique, on a

$$\frac{n+1}{23} = \frac{1000}{x},$$

et pour chaque litre de liqueur on ajoutera $x - 1000$ cc. d'un mélange de 2 volumes d'alcool et 1 volume d'eau.

En répétant alors l'essai, on doit trouver maintenant 23 divisions ou 22°.

Matière organique. — 1° La liqueur de permanganate des laboratoires est décime et renferme exactement par litre $3^{gr},182$ de sel : 1 cc. = $0^{gr},0008$ d'oxygène ou $0^{gr},0063$ d'acide oxalique.

On additionnera 125 cc. de ce permanganate d'eau de manière à faire 1 litre · 1 cc. équivaut à $0^{gr},0001$ d'oxygène ou $0^{gr},000788$ d'acide oxalique.

Pour en vérifier le titre, on mesure 7 centimètres du fil de clavecin ordinaire (de 1/3 de millimètre de diamètre) pesant environ 5 centigrammes; on en prend exactement le poids et on opère comme il est dit table **226**.

2° On dissout environ 5 grammes de sulfate ferreux cristallisé dans 1 litre d'eau avec 20 cc. d'acide sulfurique concentré; cette liqueur n'a pas besoin d'être exactement titrée : l'essentiel est d'en mesurer toujours un volume identique.

3° Solution saturée de bicarbonate de soude.

4° Acide sulfurique, 200 cc., mélangés en refroidissant avec 800 cc. d'eau; garder à l'abri des poussières en flacon à l'émeri.

Nitrates. — 1° Dissoudre par portions, et en refroidissant 75 grammes de phénol pur en neige dans 925 grammes d'acide sulfurique pur, et garder en flacon à l'émeri.

2° Peser exactement 0gr,50 de nitrate de potasse pur et sec, et dissoudre dans l'eau pour faire 1 litre; 10 cc. renferment 0gr,005 de nitrate de potasse.

On évapore 10 cc. de cette solution à sec dans une capsule de porcelaine, au bain-marie, et après refroidissement on promène sur le résidu, pour le rassembler, 1 cc. de réactif sulfophéniqué; on ajoute quelques cc. d'eau, puis un excès d'ammoniaque; on dilue à un demi-litre, puis dans les tubes jaugés et bouchés on introduit 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 8, 6, 4, 2, 1 cc. de cette solution et on complète au trait avec de l'eau. Sur chacun de ces tubes on note au diamant le volume de liqueur jaune qu'il a reçu, et qui représente le poids de nitrate de potasse par litre que renferme une eau traitée dans les mêmes conditions. Les bouchons de verre de ces tubes seront vaselinés avec soin pour garantir l'herméticité, et les tubes seront rangés dans un porte-tubes.

Ammoniaque. — 1° Le réactif de Nessler se prépare en dissolvant 50 grammes d'iodure de potassium dans 50 cc. d'eau bouillante, puis ajoutant peu à peu une solution bouillante de 25 grammes de bichlorure de mercure dans 50 cc. d'eau. Lorsque le précipité refuse de se redissoudre, on en redissout la majeure partie à l'aide de quelques cristaux d'iodure de potassium, on filtre, on ajoute 300 cc. de lessive de potasse pure à 45° Baumé, on dilue à 1 litre, on rajoute 5 cc. de la solution ordinaire à 5 pour 100 de bichlorure de mercure. On laisse reposer et on décante le liquide clair dans un flacon en verre brun, bouché au caoutchouc; on garde à l'obscurité. Pour l'usage, on décante dans un flacon à pipette jaugée de 1 cc.

2° Dans 200 cc. d'eau on dissout 100 grammes de carbonate de soude pur cristallisé et 50 grammes de soude caustique à l'alcool; on fait bouillir rapidement quelques minutes et après refroidissement on ramène à 300 cc. avec de l'eau pure. Ce liquide ne doit pas se colorer par le réactif de Nessler. On le conserve dans un flacon bouché au caoutchouc.

3° On pèse exactement 3gr,147 de chlorhydrate d'ammoniaque pur, on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. 1 cc. renferme 1 milligr. d'ammoniaque. Cette liqueur est gardée dans un flacon à l'émeri. On en dilue 50 cc. à 1 litre, et on introduit ce liquide N/20 dans un flacon-burette.

Chlorures. — Nitrate d'argent N/100, obtenu en diluant à 1 litre 100 cc. de la liqueur N/10 des laboratoires à 17 grammes de nitrate d'argent par litre.

Chromate jaune, neutre, de potasse, exempt de chlore, à 10 pour 100 dans l'eau.

Sulfates. — 1° On dilue à 1 litre 50 cc. de la solution normale de chlorure de baryum à 122 grammes par litre de sel $BaCl^2,2Aq$.

2° On dilue à 1 litre 50 cc. de la solution normale de bichromate

du laboratoire (t. 263), à 73^{gr},8 par litre, de sel $K^2Cr^2O^7$, après les avoir au préalable saturés par l'ammoniaque.

Dans une série de tubes jaugés, on introduit 0,1 à 1 cc. par dixièmes de solution de chromate; on complète le volume de 50 cc. et on bouche en garnissant de vaseline pour assurer l'herméticité.

MARCHE DE L'ANALYSE.

1° *Résidu sec à 180°.* — Dans une capsule tronconique en platine, de 8 centimètres de diamètre à l'ouverture et 6 centimètres au fond, sur 45 millimètres de haut, on fait évaporer à feu nu, puis au bain-marie 500 cc. d'eau mesurés dans un ballon jaugé, en remplissant la capsule au fur et à mesure; on termine la dessiccation en portant à l'étuve à air à 180° pendant 2 heures.

Le poids trouvé, multiplié par 2, donne le poids d'extrait sec par litre, quantité à laquelle il convient de rapporter les résultats.

Dans certains cas, pour les eaux riches en magnésie, ce résidu calciné est traité par 2-5 cc. d'acide sulfurique au 10°; on évapore à sec, on détache avec quelques gouttes d'eau les sels déposés sur les parois, on calcine légèrement au rouge sombre, on ajoute un fragment de carbonate d'ammonium pur, on calcine doucement, on pèse, et on répète cette calcination avec le carbonate jusqu'à poids constant : on a ainsi l'*extrait sulfaté.*

2° *Chaux.* — On humecte le résidu précédent de l'évaporation avec un peu d'acide chlorhydrique, on laisse digérer 10 minutes, puis on reprend par 50 cc. d'eau et 10 cc. environ de solution à 10 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque et on fait bouillir; on ajoute de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline, et on filtre dans un ballon jaugé de 125 cc. en lavant le précipité sur le filtre à l'eau chaude; ce précipité, formé de silice, d'oxyde de fer et d'alumine, peut être pesé après dessiccation et calcination s'il est assez important.

Dans le ballon jaugé on précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis on complète avec de l'eau jusqu'au trait; on laisse reposer la nuit. Ensuite avec une pipette on prélève assez de liquide clair pour en humecter un filtre à analyses, sur lequel on filtre le liquide décanté, que l'on récolte dans un ballon jaugé de 100 cc. pour le dosage de la magnésie.

On jette alors le précipité d'oxalate de chaux sur le filtre, on le lave à l'eau, par un jet de pissette, on le rassemble au fond du filtre, on le sèche, on calcine dans un creuset de platine, le filtre à part, on humecte d'un peu d'eau, puis d'acide sulfurique faible, on calcine encore et on pèse.

1 p. de sulfate de chaux correspondant à 0,41154 de chaux, on aura le poids de chaux par litre en multipliant par 0,823 le poids de sulfate de chaux trouvé.

Facteurs :	1	0,823	4	3,292	7	5,761
	2	1,646	5	4,115	8	6,584
	3	2,469	6	4,938	9	7,407

3° *Magnésie.* — Les 100 cc. de liquide mis à part dans le ballon jaugé sont transvasés dans un becherglas et additionnés de 50 cc. d'ammoniaque, avec lesquels on lave la fiole jaugée ; on ajoute un léger excès de phosphate de soude, ou de préférence, si l'on veut ensuite doser les alcalis, de phosphate d'ammoniaque ; on agite avec une baguette de verre ; on laisse reposer 12 heures ; on rassemble le précipité sur un filtre, on le lave avec de l'eau additionnée de 1/7 d'ammoniaque ; on sèche le filtre, on fait tomber le précipité dans une capsule de porcelaine de Saxe tarée, on pose le filtre dessus, on calcine au rouge et on pèse.

Le pyrophosphate de magnésie renfermant 0,3603 de magnésie, et comme on n'opère que sur les 4/5 de la magnésie contenue dans un 1/2 litre d'eau, on multipliera par 0,901 le poids trouvé de pyrophosphate pour avoir la quantité de magnésie par litre.

Facteurs :	1	0,901	4	3,604	7	6,307
	2	1,802	5	4,505	8	7,208
	3	2,703	6	5,406	9	8,109

Dans le cas où l'on voudrait doser les alcalis, ayant précipité la magnésie par le phosphate d'ammoniaque, on séparerait la potasse et la soude par le chlorure de platine, et on multiplierait le poids trouvé par 5/2 pour le ramener au litre.

4° *Alcalinité.* — Ce dosage offre un certain intérêt comme contrôle des chiffres de l'analyse.

On mesure 100 cc. d'eau, on ajoute 4 gouttes d'orangé de méthyle et on titre par l'acide sulfurique N/10 en s'arrêtant au virage au jaune orange.

On détermine une fois pour toutes le volume d'acide nécessaire pour faire virer à la même teinte 100 cc. d'eau distillée (en général 0,3 cc.).

Du volume d'acide employé on retranche le volume fixe consommé par l'eau distillée, et pour le restant on compte par centimètre cube d'acide 0,050 de carbonate de chaux par litre, forme sous laquelle on évalue l'alcalinité.

5° *Degré hydrotimétrique.* — Dans le flacon spécial, on mesure 40 cc. de l'eau à analyser, ou 20 ou 10 suivant le degré d'alcalinité trouvé et la nature de l'eau ; puis avec la burette spéciale on ajoute peu à peu, par 2 ou 3 divisions à la fois pour permettre l'égouttage des parois, la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse soit fine, homogène, d'une hauteur d'au minimum 1/2 centimètre et persiste au moins 5 minutes. Le nombre lu sur la burette est le degré total de l'eau.

Dans le ballon jaugé spécial, on fait bouillir 100 cc. d'eau pendant 1/2 heure, on laisse refroidir, on complète le volume avec de l'eau distillée bouillie, on agite, on filtre et sur 40 cc. on prend le nouveau degré après ébullition.

Le reste de l'eau bouillie sert au dosage des sulfates.

6° *Sulfates*. — A 50 cc. d'eau bouillie provenant du degré hydrotimétrique on ajoute 10 cc. de chlorure de baryum (20 si le degré après ébullition est élevé), et on fait bouillir 5 minutes, puis on ajoute du chromate jusqu'à coloration jaune faible, mais nette. On refroidit rapidement le ballon à l'eau froide, on décante le liquide dans un tube jaugé de 50 cc. et on compare à l'échelle des tubes de chromate; on note le tube dont la teinte est égale : c'est le volume de chromate ajouté en excès et qu'on déduit du volume employé : le reste ou volume corrigé du chromate est déduit du volume du chlorure de baryum. La différence est calculée en sulfate de chaux anhydre à raison de 0gr,068 par litre.

Facteurs :	1	0,068	4	0,272	7	0,476
	2	0,136	5	0,340	8	0,544
	3	0,204	6	0,408	9	0,612

7° *Chlorures*. — A 100 cc. d'eau on ajoute 0gr,1 de carbonate de chaux pur et 3 gouttes de chromate, puis la liqueur d'argent en agitant jusqu'à ce que la liqueur, d'abord jaune verdâtre, paraisse de même nuance qu'un volume égal d'eau pure, additionné de carbonate de chaux et de 3 gouttes de chromate, et traité par le nitrate d'argent jusqu'à ce que le changement de nuance soit appréciable : on déduit le volume ainsi employé de celui trouvé dans le dosage.

Le nombre de centimètres trouvé, multiplié par 0,00585, donne le poids en grammes de chlorure calculé en chlorure de sodium par litre.

Facteurs :	1	0,00585	4	0,02340	7	0,04095
	2	0,01170	5	0,02925	8	0,04680
	3	0,01755	6	0,03510	9	0,06265

8° *Matière organique*. — *a*. En liqueur acide : Pour chaque série d'opérations faites simultanément, on fait bouillir 200 cc. d'eau distillée avec 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de permanganate, en prolongeant l'ébullition exactement pendant 10 minutes et le régularisant par un tube de Gernez ou un peu de pierre ponce : on opère en même temps avec les ballons contenant 200 cc. des eaux à analyser, 10 cc. d'acide et 20 de permanganate. Au bout des 10 minutes, on plonge tous les ballons dans l'eau froide, et quand ils sont ramenés vers 30°, on verse dans chacun 20 cc. de sulfate ferreux, puis on ramène au rose avec le permanganate.

La différence entre le volume consommé par le ballon d'eau distillée et celui de chaque eau à analyser est calculée à raison de 1/2 milligramme d'oxygène par litre pour 1 cc. de permanganate.

En Angleterre, on pratique deux essais : Dans deux ballons, on introduit 250 cc. d'eau, 10 cc. d'acide sulfurique à 25 pour 100 et 10 cc. (=0gr,001 oxygène actif) de permanganate à 0gr,395 par litre; on les bouche bien et on les expose à 27° (80° F). Après un quart

d'heure pour l'un, et 4 heures pour l'autre, on ajoute une goutte d'empois ioduré, et de l'hyposulfite jusqu'à décoloration; l'hyposulfite est titré par rapport au permanganate. On estime que le premier titrage correspond aux nitrites, sulfures, sels ferreux, et que la différence entre les deux dosages correspond à la matière organique; on la calcule en oxygène. On admet que le poids d'oxygène consommé, multiplié par 5,8 pour les eaux de puits profonds, par 2,4 pour les eaux superficielles et par 1,8 pour les eaux de surfaces incultes, donne sensiblement le poids de matière organique équivalente.

b. — En liqueur alcaline : On introduit dans un ballon 100 cc. d'eau à analyser, et dans un autre 200 cc. de la même eau; on ajoute dans chacun 20 cc. de bicarbonate de soude et 20 cc. de permanganate. On fait bouillir exactement 10 minutes en régularisant comme plus haut, on fait refroidir rapidement dans l'eau froide vers 30°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de sulfate ferreux; on ramène au rose par le permanganate, et la différence entre les deux volumes est calculée en oxygène à raison de 1 milligramme par litre pour 1 cc. de permanganate. Il importe de remarquer que ce titrage ne se fait en réalité que sur 100 cc. en prenant 100 cc. comme témoin, celui en liqueur acide se faisant sur 200 cc.

Le *Formulaire des hôpitaux militaires* de 1884 recommande d'ajouter à un demi-litre d'eau 10 cc. de soude caustique pure à 10 pour 100 et 10 cc. de permanganate titré à 3-4gr par litre; après 20 minutes d'ébullition au bain de sable, on laisse refroidir à 50°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique dilué de son volume d'eau et 10 cc. d'acide oxalique décime (254) dont on titre l'excès au permanganate: on corrige de la même manière qu'il a été dit.

9° *Nitrates.* — On évapore à sec dans une capsule de porcelaine 10 cc. d'eau au bain-marie. Après refroidissement, on promène sur le résidu, pour le rassembler, 1 cc. de réactif sulfophéniqué, on ajoute quelques centimètres cubes d'eau distillée, un excès d'ammoniaque, et on dilue à 50 cc. dans un tube jaugé. On compare à l'échelle colorée et on note entre quelles teintes se tient le tube. Si elle dépasse le 50, on dilue le contenu du tube à 500 cc. et on compare, puis on multiplie le résultat par 10.

Si l'eau en renferme de grandes quantités, on adoptera de préférence le procédé suivant : On réduit par l'hydrogène, à 100°-120 au plus, du protoxyde de cuivre préparé au moyen de la glucose : le cuivre très divisé est mélangé grossièrement dans un ballon avec de la limaille de zinc, et la masse chauffée directement jusqu'à ce qu'elle s'agglutine en grains gros comme des pois. Avec quelques grammes de ce produit on réduit les nitrates contenus dans l'eau, en ammoniaque, à froid, en quelques heures; l'ammoniaque est ensuite dosée par distillation et titrage ($AzH^3 \times 3{,}1765 = Az^2O^5$; ou $AzH^3 \times 3{,}647 = AzO^3$.)

Ce procédé donne en même temps les nitrates et les nitrites : ceux-ci peuvent être dosés à part d'après 11°.

10° *Ammoniaque.* — Dans une éprouvette haute, bouchée à l'émeri,

on verse 150 cc. d'eau à analyser, avec 1 1/2 cc. de lessive alcaline; on bouche. Au bout de quelques heures, le liquide est assez clair : on en mesure 50 cc., qu'on introduit dans un tube spécial, de 17 cm. de haut et 4 cm. de diamètre, à fond arrondi, jaugé à 50 cc.; on ajoute 2 cc. de réactif de Nessler; si le liquide se trouble, on ne prendra que 5 à 25 cc. d'eau, suivant la richesse en ammoniaque, que l'on diluera à 50 avec de l'eau pure. D'autre part, on verse dans un tube pareil 50 cc. d'eau distillée et 2 cc. de réactif de Nessler ; avec la burette on fait couler dans ce tube de comparaison la liqueur titrée de sel ammoniac jusqu'à ce que dans les deux tubes les nuances soient égales : le nombre employé de centimètres cubes de chlorhydrate d'ammoniaque donne la quantité en milligrammes d'ammoniaque par litre d'eau.

Si l'eau est trouble, on en distille 500 cc., avec du carbonate de sodium récemment fondu; on recueille 100 cc. sur lesquels on prélève 50 cc. pour l'essai pratiqué comme il est dit plus haut (on doublera le chiffre trouvé); on distille encore 50 cc., dans lesquels on dose l'ammoniaque; s'il y en a, on distille encore par fractions de 50 cc. jusqu'à ce que le dernier essai reste incolore avec le Nessler. On additionne les chiffres trouvés, dont le total donne l'ammoniaque contenue dans 500 cc. : on double pour ramener au litre.

Pour l'ammoniaque dite *albuminoïde*, au résidu précédent on rajoute 50 cc. d'une dissolution de 200 grammes de potasse caustique et de 8 grammes de permanganate, bouillie et ramenée à 1 litre. On distille ensuite 3 prises de 50 cc., dans lesquelles on dose l'ammoniaque; on additionne les résultats et on double pour ramener au litre d'eau.

11° *Nitrites*. — Solution aqueuse à 1 pour 100 de chlorhydrate de métaphénylène-diamine, décolorée au noir et conservée à l'obscurité. La liqueur titrée se prépare avec 0gr,406 de nitrite d'argent pur et cristallisé, qu'on dissout dans l'eau pure bouillante; on précipite par un léger excès de chlorure de sodium pur, on dilue à 1 litre, on laisse déposer et on décante : 1 cc. = 0gr,0001 de Az^2O^3. Dans une éprouvette on étend de 1 à 10 cc. de cette liqueur à 100 cc. avec de l'eau pure; on met dans une éprouvette semblable 100 cc. d'eau à examiner. A chaque liquide on ajoute 1 cc. de phénylène-diamine et 1 cc. d'acide sulfurique pur dilué de 2 volumes d'eau, et après 20 minutes on compare colorimétriquement (ou par dilution) l'intensité de couleur des deux solutions, dont le rapport donnera la proportion de nitrites. Si l'eau donnait de suite une coloration rouge, et non jaune ou orange, il faudrait la diluer dans des rapports déterminés.

12° *Phosphates*. — Dans un becherglas on introduit 100 cc. d'eau et 5 cc. de réactif molybdique du laboratoire; on laisse digérer quelques heures vers 50° et on observe s'il s'est formé un précipité jaune, dont on note seulement la plus ou moins forte proportion.

13° *Oxygène dissous*. — Dans un ballon en verre assez épais qui porte un bouchon en caoutchouc à deux trous, muni d'un tube à robinet et d'un entonnoir à robinet, on introduit 250 cc. d'eau et 10 cc. d'une solution à 40 grammes par litre de sulfate de fer ammoniacal pur acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique et titrée; on

remplit l'appareil d'acide carbonique, on ferme le robinet du tube et par l'entonnoir on ajoute 3-4 cc. de potasse concentrée; on agite. Après 10 minutes on fait couler par la même voie un excès d'acide sulfurique et on titre le protoxyde restant au permanganate : le poids du sel double de fer qui a été peroxydé, multiplié par 0,020408 donne poids d'oxygène dissous (1gr d'oxygène = 700 cc.).

14° *Sulfures.* — Par l'iode normal centime à 1gr,27 par litre.

Eaux résiduaires. — Leur analyse sera souvent facilitée par l'examen microscopique des dépôts. On aura également d'utiles indications en agitant l'eau avec de l'éther qu'on laissera évaporer à basse température et recherchant l'odeur du résidu.

(221) *Tableau hydrotimétrique.*

Valeur en grammes, pour 1 litre d'eau, de 1° des corps suivants.			
Chaux	0,0057	Sulfate de magnésium	0,0125
Chlorure de calcium	0,0114	Chlorure de sodium	0,0120
Carbonate de calcium	0,0103	Sulfate de sodium	0,0146
Sulfate de calcium	0,0140	Acide sulfurique anhydre	0,0082
Magnésie	0,0042	Chlore	0,0073
Chlorure de magnésium	0.0090	Savon à 50 % d'eau	0,1061
Carbonate de magnésium	0,0088	Acide carbonique (5 cc.)	0,0099

Le degré hydrotimétrique indique, en même temps que la quantité de sels calcaires d'une eau, la quantité de savon, soit 0gr,1 par degré et par litre, qu'elle neutralise, document précieux dans beaucoup d'industries.

Les eaux se partagent en trois classes.

Au-dessous de 30°, les eaux sont réputées excellentes pour la boisson, le blanchissage, la cuisson des légumes, etc.

De 30 à 60°, elles sont impropres aux usages domestiques et peuvent à peine être consommées ou servir dans les appareils à vapeur.

Au-dessus de 60° elles sont impropres à tous usages.

Voici les degrés de quelques eaux.

Eau de pluie		3°5
Eau du Rhône		15°
Eau de la Seine (Ivry)	15° à	17°
— — (Chaillot)	19° à	23°
Eau de la Marne	19° à	23°
Eau de la Dhuys (réservoir de Paris)		20°5
Eau de la Vanne (en moyenne)	16° à	18°
Eau de l'Ourcq		30°
Puits artésien de Grenelle	9° à	12°
Puits artésien de Passy	10° à	11°
Eau d'Arcueil	53° à	40°
Eau de Belleville		128°

Le degré de dureté anglais, d'après la méthode de Clarke, indique le nombre de grains de carbonate de calcium contenus dans un gallon ou 70 000 grains de l'eau essayée, par conséquent 1 degré = 0,0143 de carbonate calcaire par litre d'eau.

Le degré de dureté allemand indique le nombre de centigrammes par litre d'eau, de chaux ou oxyde de calcium qu'elle renferme.

1 degré français = 0,56° allemand = 0,70° anglais.

(222) *Des eaux potables.*

Nous avons passé en revue les diverses variétés d'eaux : nous indiquerons maintenant dans quelles limites on peut accepter les eaux comme potables. Il n'est pas possible de fixer des limites absolues en général ; on se basera sur les considérations suivantes :

1° L'*extrait* sera autant que possible inférieur à $0^{gr},50$: il y aura au plus $0^{gr},25$ de carbonate ou sulfate de calcium ; des eaux considérées comme potables en contiennent davantage, mais les sels de magnésium doivent être toujours en petite proportion.

2° La quantité de *matière organique*, exprimée en acide oxalique, ne dépassera pas 15 milligrammes d'après la méthode de Kubel-Tiemann (limite adoptée par le Laboratoire municipal) ; le Formulaire des hôpitaux militaires considère comme suspecte toute eau qui consomme plus de 3 milligrammes d'oxygène par litre et fait rejeter absolument celles qui en consommeraient 5 milligrammes et plus ; en Angleterre on condamne toute eau qui absorbe plus de 1 milligramme d'oxygène.

Les *chlorures*, en quantité notable, *phosphates* et *nitrates* sont suspects, et si l'on trouve en même temps de l'ammoniaque albuminoïde et un excès de matière organique, l'eau est à rejeter absolument. Une eau qui renferme des nitrites, des sulfures ou plus de 1 milligramme d'ammoniaque ou de $0^{mgr},2$ d'ammoniaque albuminoïde, est nuisible, comme souillée par des déjections animales.

Pour les eaux destinées à l'industrie, on doit généralement préférer les eaux les moins calcaires et les moins séléniteuses possible ; la brasserie peut s'accommoder d'eaux peu séléniteuses, mais exemptes autant que possible de carbonate de calcium et de matière organique. Lintner admet comme limite d'une eau pour brasserie 2 milligrammes d'oxygène consommé par litre. L'extrait ne doit pas dépasser 500 milligrammes par litre : il doit y avoir peu de fer et de magnésie, peu de phosphate et d'ammoniaques : une petite quantité de nitrates n'a pas d'inconvénients. Il est bon d'essayer les eaux pour brasserie en en semant une goutte dans du moût de bière stérilisé, et observant s'il ne trouble ou s'il ne développe des bactéries.

(223) *Méthode du Comité consultatif d'Hygiène.*

Dans le but de rendre comparables les analyses d'eau, le Comité consultatif d'Hygiène de France, chargé des questions d'alimentation des villes en eau potable, prescrit la marche suivante :

1° Évaporer au moins 1 litre d'eau au bain-marie, chauffer encore 4 heures après dessiccation, peser, et sur le résidu rechercher les nitrates, dont on mentionnera la présence.

2° Évaporer la même quantité d'eau, chauffer le résidu au rouge sombre et peser : la différence avec le premier nombre est comptée comme *matière organique et produits volatils*. Dans le résidu, doser l'acide sulfurique par poids.

3° Déterminer les quatre degrés hydrotimétriques (table **220**) ; le bulletin portera mention du degré avant et après ébullition, et des éléments calculés comme il est dit.

4° Concentrer à 50 cc. 1 litre d'eau, doser le chlore d'après Mohr (**261**) et calculer en chlorure de sodium.

5° Faire bouillir pendant juste 10 minutes, 100 cc. d'eau avec 3 cc. de solution à 10 pour 100 de bicarbonate de sodium pur et 10 cc. de permanganate titré à 0gr,50 par litre (si le rose disparaît, rajouter du permanganate), laisser refroidir, ajouter 2 cc. d'acide sulfurique pur et 5 cc. d'une solution titrée de 20 grammes sulfate ferreux et 10 grammes acide sulfurique pur par litre, et ramener au rose par le permanganate. On recommence ensuite exactement l'essai avec des quantités doubles, et on calculera en oxygène consommé par litre.

6° S'il est possible, l'examen bactériologique.

Pour les villes de plus de 5000 âmes, le Comité désire l'analyse complète de l'eau.

Le Comité fixe les limites suivantes :

	Eau pure.	Potable.	Suspecte.	Mauvaise.
Chlore	$<0,015$	$<0,040$ [1]	0,050—0,100	$>0,100$
Soit NaCl	$<0,027$	$<0,066$	0,085—0,165	$>0,165$
Ac. sulfurique SO^3	0,002—0,005	0,005—0,030	$>0,030$	$>0,050$
Soit $CaSO^4$	0,003—0,008	0,008—0,051	$>0,051$	$>0,085$
Mat. organ. en oxygène	$<0,001$	$<0,002$	0,003—0,004	$>0,004$
Mat. organ. et prod. volatils	$<0,015$	$<0,040$	0,040—0,070	$>0,10$
Degré hydrot. total	5—15	15—20	>30	>100
— ap. ébull.	2—5	5—12	12—18	>20

1. Sauf au bord de la mer. $<$ signifie moins de, $>$ plus de.

(224) *Examen bactériologique des eaux.*

Ce procédé, auquel certains hygiénistes attribuent une grande importance, ne fournit encore que des résultats incertains; aussi donnerons-nous seulement les formules pour préparer les gélatines nutritives.

1° Dans un litre d'eau, dissoudre 50 grammes (100 grammes en été) de gélatine blanche extra, en chauffant à 50°; on mélange avec un blanc d'œuf battu avec son volume d'eau et on chauffe deux heures au bain-marie. On filtre alors sur un tampon d'amiante récemment calciné, dans un entonnoir stérilisé à 150° et entouré d'eau chaude, et on reçoit la gélatine claire dans un ballon stérilisé à 150° qu'on garde pour l'usage. On rend cette gélatine nutritive en l'additionnant d'un quart à son volume des liquides suivants : infusion de froment ou de foin, urine neutralisée, solution neutre de peptone ou d'extrait de viande.

On prépare aussi un excellent bouillon, en faisant digérer 24 heures dans une glacière, 1 kilogramme de viande de bœuf crue hachée avec 2 litres d'eau, et exprimant le liquide, dans lequel on dissout à une chaleur modérée 10 grammes de sel marin et 20 grammes de peptone : on fait bouillir, on dissout encore 100 grammes de belle gélatine blanche, on neutralise par du carbonate de sodium et on stérilise deux jours de suite par une ébullition de 5 minutes, puis on filtre à chaud.

M. Miquel prépare une gelée de lichen blanc (*fucus crispus*) dans l'eau, la dessèche et ajoute 1 pour 100 de ce produit à du bouillon de bœuf neutralisé : la gelée nutritive ainsi obtenue fond vers 55°, ne s'altère pas par un chauffage prolongé à 110°, et peut sans inconvénient être desséchée puis régénérée par addition d'eau.

La stérilisation à 110-120° peut être remplacée par la destruction successive des bactéries développées par les germes, en chauffant à 60° pendant 1 heure par exemple, d'abord deux fois par semaine, puis, après quinze jours, une fois par semaine durant un mois, les liquides organiques à stériliser; on peut aussi filtrer l'eau et les liqueurs à travers des bougies en biscuit de porcelaine (systèmes Chamberland ou Gautier).

Il est utile de faire précéder les cultures par une recherche qualitative, effectuée dans une petite cuve qu'on prépare en rodant sur une lamelle de verre couvre-objet de 20 millim. de diamètre un anneau en verre de 15 millim. de diamètre intérieur et 1 cent. de haut : dans cette cuve on fait évaporer à l'aide du vide 1 cc. d'eau; on enlève l'anneau, et on explore le résidu au microscope, avec 100 diamètres on observe les cristaux souvent caractéristiques de divers sels, les débris végétaux, les infusoires, des algues (les algues incolores accompagnent les eaux impropres à l'alimentation); à 800 diamètres on voit souvent les bactéries encore mobiles.

Le couvre-objet est ensuite séché 10 minutes à 125° ou passé trois

fois, rapidement, dans la flamme d'un bec Bunsen : on dépose à sa surface une goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène; on place le couvre-objet sur la lame de verre, on déplace la couleur en excès par de l'eau pure que l'on absorbe avec du papier-filtre, on laisse sécher et on monte au baume. La recherche des bactéries colorées se fait avec un objectif homogène à immersion dans l'huile à 800–1200 diamètres.

Essai au sucre. — On remplit un matras de 150 cc. de l'eau suspecte, clarifiée par le repos, et additionnée de 1/2 gr. sucre cristallisé pur; on bouche et on expose en bonne lumière à 27° environ. Au bout de 2 ou 3 jours, quelquefois plus longtemps, on observe, si l'eau est contaminée par de l'eau d'égout, de petites taches blanches, qu'on enlève avec une pipette pour les observer au microscope. On voit d'abord de petites cellules isolées, à noyau brillant; au bout de quatre à six heures, l'ensemble à l'aspect d'une grappe de raisin; ensuite on n'observe plus que des fils moniliformes, puis du mycélium, avec de rares cellules qui finissent par disparaître.

Section II. — Métallurgie, métaux et alliages

(225) *Prise d'échantillons des minerais.*

On prendra au hasard le contenu entier d'un panier ou d'une brouette par série de dix, de vingt, ou de cent; on fera concasser le tout en morceaux gros comme des noix; on fera distribuer les morceaux dans une aire, bien mélangés à la pelle, on tracera deux diamètres en croix, et on fera un prélèvement au milieu des secteurs; et sur cet échantillon bien mélangé on prendra 20 kilogrammes qu'on fera broyer dans un mortier de fer ou à l'aide d'un gros marteau sur une table épaisse en fonte, de sorte que la poudre passe par un tamis à mailles de 3 millim.; sur l'échantillon tamisé et mélangé on fera un prélèvement de 1 à 2 kilogrammes qui sera finement pulvérisé et passé au tamis de 1 millim. On en remplit des flacons d'échantillon, de 100 grammes au moins; on les remplit égalcment, on les ferme avec de bons bouchons en liège qu'on scelle et sur lesquels on appose les cachets.

Si le minerai est livré en menus fragments, à l'aide d'une grande cuiller ou mieux d'une pelle on prélève de temps en temps un échantillon de quelques kilogrammes: on mélange le tout et on prélève comme il a été dit l'échantillon à broyer.

Dans le cas où le minerai serait humide, il convient de dessécher, sur la voûte d'un four par exemple, la partie de 20 kilogrammes destinée à être broyée.

Enfin l'échantillon confié à l'analyse sera bien mélangé et on en réduira au mortier d'agate, pour l'analyse, quelques grammes en poudre impalpable.

(226) *Essai de fer.*

On pèse 1 décigramme de fil de clavecin bien décapé, on le dissout dans un ballon fermé par une soupape de caoutchouc, au moyen de 10 cc. d'acide sulfurique pur dilué et de quelques grammes de bicarbonate de sodium; après refroidissement, on étend d'eau froide bouillie et on titre par une solution de permanganate de potassium contenant environ 30 grammes au litre; on note le nombre de centimètres cubes employés. D'autre part, on dissout le métal à essayer dans l'acide chlorhydrique bouillant, en ajoutant du bicarbonate de sodium de temps en temps pour créer une atmosphère d'acide carbonique. On étend d'eau et on titre par le permanganate jusqu'à couleur rose. Une simple proportion donne la quantité pour 100 de fer dans le métal; le fil de clavecin contient en général 99,7 pour 100 de fer.

Pour doser le protoxyde de fer dans un minerai on opère de même. Si on veut doser le fer qui y est contenu aux deux états d'oxydation, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on réduit le perchlorure par du zinc pur, 2 à 3 grammes, et l'on opère comme ci-dessus.

On peut titrer le permanganate par l'acide oxalique normal (table 255). 1 cc. correspond à 0,056 de fer. Il est inutile d'avoir une solution de permanganate exactement normale.

Les minerais de fer se dissolvent dans l'acide chlorhydrique concentré, sauf les pyrites : l'acide ne doit pas être chauffé à plus de 50° après dissolution, l'excès d'acide est évaporé au bain-marie.

(227) *Essai des pyrites.*

1° On dose l'humidité sur quelques grammes, desséchés à 105° jusqu'à poids constant,

2° A. On traite à une douce chaleur 1/2 gramme de pyrite finement pulvérisée par 10 cc. d'un mélange d'un volume d'acide chlorhydrique fumant et trois volumes d'acide nitrique à 40° B.; on évapore à sec au bain-marie : on reprend le résidu par un peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, et on reprend par 100 cc. environ d'eau acidulée par 10 gouttes d'acide chlorhydrique : on filtre sur un petit entonnoir et on lave à l'eau bouillante la partie insoluble, composée de silice, de silicates et de sulfates. Le liquide filtré, réuni à l'eau de lavage, est chauffé doucement, sursaturé légèrement par l'ammoniaque; on réunit le peroxyde de fer sur un filtre en papier épais, mais filtrant rapidement, on le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus de sulfates, enfin on le calcine et on le pèse. Le liquide filtré et l'eau de lavage sont concentrés à 200 cc. et acidulés par l'acide chlorhydrique; on fait bouillir, puis, en arrêtant l'ébullition on ajoute 20 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o bouillant; après

1/2 heure on décante, on traite le dépôt 2 minutes par 100 cc. d'eau bouillante avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on décante sur le filtre, on lave encore 2 fois par décantation à l'eau bouillante, enfin on lave le précipité sur le filtre, on sèche, on calcine et on calcule le poids du sulfate de baryum en soufre (table 178).

3° On attaque de même 1 gramme de pyrite, on évapore à sec et on reprend par l'acide sulfurique dont on chasse l'excès au bain de sable : ce résidu est repris par l'eau bouillante et après refroidissement additionné d'un quart d'alcool ; après 12 heures les sulfates insolubles sont recueillis sur un filtre et lavés avec de l'alcool à 35 o/o tant qu'il passe du cuivre. Le liquide filtré est saturé d'hydrogène sulfuré ; le précipité, après 12 heures, est récolté sur un filtre, lavé à l'eau chargée d'hydrogène sulfuré et de quelques gouttes d'acide sulfurique, enfin desséché, mélangé de soufre pur et calciné dans un creuset de Rose, avec courant d'hydrogène. On pèse le sulfure de cuivre Cu^2S qui est mélangé d'un peu de sulfure d'antimoine et de bismuth, dont la proportion peut être considérée dans les pyrites d'Espagne comme constante et de 0,05 o/o du sulfure de cuivre : on déduit cette proportion avec les cendres du filtre. La solution sulfhydrique est soumise à l'ébullition, le fer peroxydé par l'eau régale, et précipité par un excès notable d'ammoniaque : après 6 heures on filtre et on lave : le peroxyde de fer, qui entraîne du zinc, est redissous dans l'acide chlorhydrique, précipité par l'ammoniaque et lavé ; on réunit ces liqueurs, on les amène à 1/2 litre et on titre au sulfure de sodium (table 232).

4° On détermine l'acide carbonique d'après la table 269 ou 279 et on calcule en carbonate de calcium.

2° B. *Méthode de Pelouze.* — On pulvérise séparément 1 gramme de pyrite, 5,3 grammes de carbonate de sodium pur et sec, pesés exactement, puis 7 grammes de chlorate de potassium et 5 grammes de chlorure de sodium pur fondu. Le tout est mélangé, puis projeté par fractions, à l'aide d'une spatule, dans une cuiller en fer, dite cuiller à projection, de 250 cc. environ, chauffée au rouge. Après 10 minutes de chauffe, on laisse refroidir, on épuise par l'eau bouillante, et on titre alcalimétriquement le carbonate de sodium restant, avec l'acide normal, dont $5^{gr},3$ de carbonate nécessiteraient 100 cc. : chaque centimètre cube employé en moins correspond à $0^{gr},04$ d'acide sulfurique, ou $0^{gr},016$ de soufre contenu dans le pyrite. On dose d'autre part le plomb et le zinc, on les calcule en sulfure et on déduit le soufre correspondant du poids trouvé.

Pyrites grillées. Sur chaque four que l'on décharge, on prend un échantillon moyen : on mélange les produits de toute la semaine et sur l'ensemble on fait le prélèvement destiné à l'analyse.

La dissolution se fait dans l'acide chlorhydrique avec quelques gouttes d'acide nitrique : le cuivre se dose de même, et on retranche $0^{gr},07$ o/o pour le bismuth et l'antimoine.

Le soufre se dose sur un échantillon dissous dans l'eau régale, comme dans la pyrite, mais sans précipiter le fer par l'ammoniaque.

Si l'on pratique l'essai de Pelouze, il est inutile d'ajouter du sel marin.

(228) *Essais de cuivre.*

On pèse 100 grammes de cyanure de potassium pur qu'on dissout dans 1^{lit},753 d'eau ou 100 grammes de cyanure ordinaire, qu'on dissout dans 1^{lit},218 d'eau. 50 cc. de cette liqueur titrée équivaudront à environ 0^{gr},50 de cuivre.

L'essai se fait en pesant d'abord un poids de cuivre galvanique pur, qu'on dissout dans l'acide nitrique étendu, on chauffe, puis on sursature par un léger excès d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis l'on verse peu à peu et lentement vers la fin de l'opération, au moyen de la burette, la solution de cyanure de potassium, jusqu'à ce que la couleur ait presque disparu et soit remplacée par une faible teinte lilas. Le titre étant vérifié, à la place de cuivre pur on pèse un poids de minerai qu'on traite comme il vient d'être dit.

Exemple. 200^0 de la burette (100 cc.) — 1 gramme de cuivre.
2 grammes de minerai exigent pour la décoloration 105^0.
200 : 105 :: 1 : x; — 0,525, soit 26,25 o/o de cuivre.

(229) *Dosage du cuivre par l'hyposulfite de sodium.*

1° On dissout 84 grammes d'hyposulfite de sodium cristallisé dans 2 litres d'eau. Le titre est pris au moyen de cuivre galvanique pur.

2° On emploie l'iodure de potassium en cristaux, il doit être exempt d'iodate.

3° On prépare une solution d'amidon, en faisant bouillir de l'amidon dans une grande quantité d'eau, on laisse refroidir, on décante et conserve la solution limpide.

Mode d'essai. — On fait dissoudre 0^{gr},500 à 0^{gr},650 de cuivre pur ou d'alliage dans l'acide azotique faible, on chauffe, on étend d'un peu d'eau, puis on ajoute du carbonate de sodium jusqu'à ce que le cuivre commence à se précipiter. On ajoute ensuite un excès d'acide acétique pur, on verse le tout dans un flacon, l'on étend de la moitié du volume d'eau, enfin on jette 4 grammes d'iodure de potassium dans le flacon, on laisse dissoudre. On verse alors la liqueur titrée d'hyposulfite de sodium jusqu'à ce que la plus grande partie de l'iode libre disparaisse et que le liquide prenne une teinte jaunâtre. On ajoute à ce moment un peu de solution d'amidon et on continue à verser avec précaution la liqueur titrée jusqu'à ce que la solution soit incolore. On lit le nombre de degrés sur la burette et on en déduit la quantité de cuivre d'après les résultats obtenu avec le cuivre pur.

(230) *Mise en dissolution du cuivre.*

Dans une capsule de porcelaine profonde et couverte, on chauffe le minerai finement pulvérisé avec de l'acide nitrique étendu et un peu d'acide sulfurique; on évapore à sec et on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfurique. Si le minerai renferme du soufre, on recommence la dissolution jusqu'à ce que l'aspect du résidu montre qu'il ne renferme plus de cuivre, quand on reprend par l'eau. Souvent il vaut mieux séparer le soufre, le laver et le calciner dans un creuset de porcelaine; la cendre est reprise par l'eau acidulée et réunie au reste du liquide. Après refroidissement on humecte un peu la masse d'acide sulfurique et après quelque temps on reprend par l'eau bouillante : on filtre pour séparer l'étain et l'antimoine, le plomb et la plus grande partie du fer : tout le cuivre est en dissolution

(231) *Dosage du cuivre d'après Pelouze.*

On ajoute à la solution de cuivre, dans l'acide sulfurique ou nitrique, un excès d'ammoniaque. Le précipité est recueilli sur un filtre, lavé, redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité par l'ammoniaque : le liquide filtré et les eaux de lavage sont réunis aux premières. On chauffe le tout à 60°-80° et on ajoute une solution titrée de sulfure de sodium jusqu'à décoloration complète du liquide (ce qu'on peut aussi apprécier par un essai à la touche sur du papier enduit de carbonate de plomb (232) ou de sulfure de zinc, précipité qui noircit s'il y a du cuivre dissous). Le sulfure de cuivre qui se dépose a pour formule 5CuS,CuO.

Le procédé est inexact en présence d'arsenic et de zinc. Il s'applique aussi au cobalt et au nickel. La solution de sulfure de sodium se prépare en saturant d'hydrogène sulfuré un volume donné de lessive de soude caustique, puis ajoutant un volume égal de la même lessive : on dilue de telle sorte que 1 cc. = 0g,01 de cuivre environ (soit 3gr à peu près de sulfure de sodium par litre). La fixation du titre se fait sur du cuivre galvanique (table 228) : on opère comme pour un essai.

(232) *Essai de zinc.*

La solution normale de zinc renferme à l'état de chlorure 8 grammes de zinc pur par litre. — La solution de sulfure de sodium contient 30 à 35 grammes de sel cristallisé par litre. Pour déterminer son titre réel, on prend 25 cc. de la solution de zinc (soit 0gr,2 zinc), on les sursature par l'ammoniaque, on étend à 1/2 litre, et on ajoute la solution de sulfure de sodium jusqu'à ce que ce sel soit en excès. Pour reconnaître ce moment, on prend une certaine quantité de liquide

avec un tube (diamètre 6 millim.) rétréci légèrement par son bout inférieur et servant de pipette, on appuie ce tube sur une bande de carton mince recouverte de carbonate de plomb et glacée, et on fait écouler le liquide. Dès que le sulfure de sodium sera en excès, on verra apparaître une tache brune, et lorsque son intensité correspond à celle que produit 1 cc. de solution de sulfure de sodium étendu de 500 cc. d'eau, on arrête l'opération. On retranche alors 1 cc. du nombre de centimètres cubes employés; ce nombre est généralement compris entre 25 et 30.

Pour faire l'essai d'un minerai, on en pèse, suivant sa richesse, 0 gr, 5 à 1 gramme; on le dissout dans 15 à 30 cc. d'eau régale. On ajoute quelques gouttes de brome et on précipite par 30 à 60 cc. d'ammoniaque avec addition de 5 à 10 cc. de carbonate d'ammonium. Après quelques heures, on filtre le liquide chauffé préalablement et on le titre avec la solution de sulfure de sodium en suivant la marche indiquée.

(233) *Essais des minerais de plomb.*

Emploi du flux.

On mélange intimement :

100 grammes minerai pulvérisé,
300 — carbonate de sodium ou flux noir,
10 — charbon de bois en poudre fine,

On chauffe graduellement, jusqu'à ce que la masse soit complètement liquide, on donne de légères secousses au creuset pour rassembler le plomb, puis on laisse refroidir et on trouve un culot de plomb. On obtient ainsi 74 à 76 pour 100 de plomb avec de la galène pure.

Emploi du fer métallique ou mieux d'un creuset en fer.

On introduit dans le creuset chauffé au rouge sombre, au moyen d'une cuiller en cuivre, un mélange de :

100 grammes minerai pulvérisé,
100 — carbonate de sodium,
50 — potasse perlasse,
15 — tartre brut.

On verse sur le mélange une légère couche de borax, on active le feu; au bout de 8 à 10 minutes on brasse avec une spatule en fer et on porte la température au rouge brillant.

On enlève le creuset du feu et on laisse refroidir; on obtient ainsi avec de la galène pure 84 pour 100 de plomb ductile et malléable, ne contenant pas de fer. La perte est environ de 4 pour 100; elle s'élève à 5 pour 100 pour les minerais renfermant seulement 40 à 50 pour 100 de plomb.

(234) *Essais de mercure.*

Dans un tube en verre à analyse organique, on introduit le corps à analyser avec un excès de chaux, en ayant soin au préalable de placer à l'extrémité du tube un peu de bicarbonate de sodium, afin de pouvoir entraîner par l'acide carbonique les vapeurs restant dans l'appareil.

Les vapeurs de mercure sont condensées dans un tube à boules contenant une petite quantité d'eau. Le poids du tube à boules a été déterminé avant l'analyse. Lorsque l'opération est terminée, on enlève l'eau et on pèse de nouveau le tube; on a ainsi déterminé la quantité de mercure contenue dans le corps à analyser.

Si le corps contient des azotates ou des iodures, il faudra remplacer la chaux par du cuivre métallique.

Enfin, si le mercure se trouve dans un alliage métallique en présence de métaux non volatils, on le détermine par différence, en soumettant l'alliage à la calcination.

(235) *Dosages électrolytiques.*

Sources d'électricité. — La pratique de l'analyse électrolytique exige l'emploi de courants d'une grande constance, les seuls qui permettent d'obtenir des dépôts réguliers. Les sources d'électricité auxquelles on peut s'adresser sont : les piles à liquides, les piles thermo-électriques, les machines dynamo-électriques.

Parmi les piles à liquides, les piles Daniell, Meidinger, Lalande et Chapron, fournissant un courant sensiblement constant, doivent être préférées. On pourra toujours les employer pour les dosages qui n'exigent qu'une faible quantité d'électricité. C'est le cas qui se présente en général dans les laboratoires de recherches.

Les piles thermo-électriques fournissent des courants suffisamment constants. Elles présentent l'avantage de ne nécessiter aucun entretien. Parmi les plus employées nous citerons les piles Clamond, Noë, Gülcher. Le grand modèle de cette dernière, très employé en Allemagne, est composé de 66 éléments, sa résistance est de 0,65 ohm, et sa force électromotrice de 4 volts. La consommation de gaz est de 170 litres à l'heure.

Les machines dynamo-électriques sont à employer lorsqu'on a à effectuer simultanément plusieurs dosages. C'est le cas qui se présente généralement dans la pratique industrielle. Dans ce cas, il est indispensable d'employer la dynamo à charger des accumulateurs. En effet, les accumulateurs fournissent un courant plus constant qu'aucun des générateurs électriques connus. Ils présentent sur les piles l'avantage de ne pas s'user à circuit ouvert. Leur emploi est tout indiqué dans les installations qui possèdent une distribution d'électricité. Un mode de couplage convenable permet de faire varier à l'infini les

constantes du courant de décharge, ce qui se prête parfaitement aux besoins de l'analyse électrolytique.

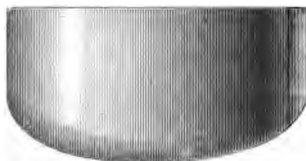


Figure 1.

Matériel pour l'exécution des analyses. — On obtiendra des dépôts métalliques adhérents d'autant plus facilement que la cathode employée sera plus grande Il en est de même pour les analyses où les dépôts sont constitués par des peroxydes (plomb, manganèse), dont l'adhérence laisse parfois à désirer.

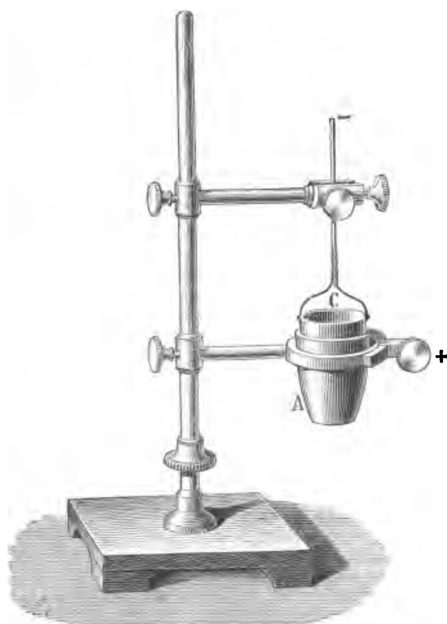


Figure 2.

M. Classen recommande l'emploi d'une cathode (fig. 1) constituée par une capsule de platine mince de 9 centim. de diamètre, 4cm,2 de profondeur et d'une capacité de 200 centimètres cubes environ, soigneusement polie et conservée avec une surface aussi lisse que possible. Comme anode, il emploie ou bien une capsule de même forme, de 50 millimètres de diamètre et 20 millimètres de profondeur; ou bien un disque en platine soudé à un gros fil de même métal. L'anode doit être perforée en plusieurs endroits, pour permettre la circulation du liquide.

L'appareil de M. Riche (fig. 2) est également très pratique. La cathode

est constituée par un cône en platine ouvert aux deux extrémités, présentant des ouvertures allongées qui permettent la circulation du liquide. Ce cône est immergé dans un creuset en platine qui sert d'anode et qui renferme l'électrolyte. L'espace entre les deux électrodes est de 2 à 4 millimètres.

La figure 3 représente le support destiné à l'appareil de M. Classen. Une tige en verre porte deux tiges métalliques mobiles communiquant avec les deux pôles de la source électrique. L'une de ces tiges est munie d'un serre-fil dans lequel s'engage l'anode, l'autre

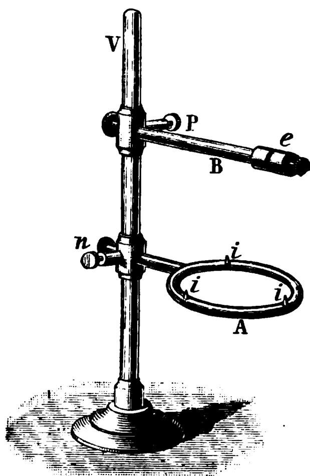


Figure 3.

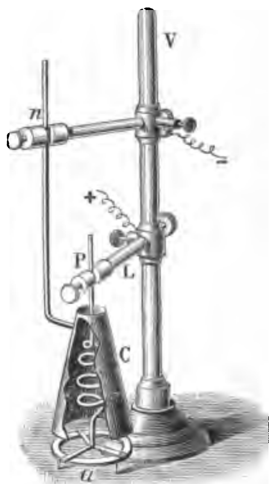


Figure 4.

d'un anneau présentant trois cales en platine qui assurent le contact avec la capsule qui sert de cathode.

L'électrolyse terminée, on enlève l'anode du bain sans interrompre le courant, on fait écouler le liquide épuisé, on lave la cathode à l'eau distillée, puis à l'alcool absolu, on la sèche par un séjour de quelques minutes dans une étuve à 80-90°, et on la pèse après refroidissement.

La figure 4 représente un autre dispositif qui permet d'enlever du bain à la fois l'anode et la cathode, ce qui est utile dans le cas

où le bain est acide; *c* est la cathode, *a* l'anode; le système plonge dans un vase à précipité ordinaire.

L'opération étant terminée, on enlève rapidement le support avec les électrodes que l'on plonge immédiatement dans l'eau distillée. On lave ensuite la cathode au moyen d'une pissette remplie d'alcool.

Réduction et mesure des courants. — On emploie pour la réduction des courants des rhéostats d'une construction simple.

Le rhéostat de M. Smith est formé d'un châssis en bois de 2 mètres de long, 50 centimètres de large, sur lequel on tend longitudinalement un fil de fer de faible diamètre et d'environ 100 mètres de longueur. A l'aide d'une pince mobile munie d'un serre-fil, que l'on peut fixer en un point quelconque du fil, on fait varier le courant dans les limites que l'on désire.

Un autre rhéostat simple est constitué par un cylindre en verre muni à une de ses extrémités d'un couvercle métallique, et à l'autre d'un bouchon dans lequel entre à frottement dur une tige métallique à laquelle est fixé un piston d'un diamètre un peu inférieur à celui du cylindre. Le cylindre est entièrement rempli d'une solution saturée de sulfate de zinc. Le fond métallique et le piston communiquent avec la source d'électricité. En intercalant dans le circuit une colonne plus ou moins grande de liquide, on fait varier l'intensité du courant.

Les mesures de force électromotrice et d'intensité se font au moyen de voltmètres et d'ampère-mètres semblables à ceux qu'emploient les autres applications électriques. Seulement la course est limitée à une dizaine d'unités, et chaque unité est divisée en dixièmes.

L'expression rationnelle de l'intensité du courant en ampères n'est malheureusement guère employée par les auteurs qui ont traité de l'analyse électrolytique. Ils donnent, en général, ces chiffres en centimètres cubes de gaz tonnant à la minute, ou bien encore en éléments de piles. Cette dernière méthode est absolument vicieuse et antiscientifique. On pourra convertir les centimètres cubes de gaz tonnant en ampères, sachant que 1 ampère $= 10^{cmc}346$ de gaz tonnant par minute, mesuré à 0^0 sous 760 millimètres. Le tableau suivant permettra de faire rapidement ces conversions.

Exécution des analyses. — On se sert en général comme électrolytes de solutions d'oxalates doubles, que l'on obtient en traitant la solution du sulfate par l'oxalate de potassium ou par l'oxalate d'ammonium. — On emploie aussi quelquefois les chlorures.

En général, on opère l'électrolyse à une température de $50^0 - 60^0$; les liquides étant plus conducteurs à chaud, on peut alors réduire l'intensité du courant employé. On évite la concentration de l'électrolyse en recouvrant la capsule d'un verre de montre percé d'un trou pour laisser passer le conducteur. Les vapeurs viennent se condenser sur ce verre de montre et retombent dans la capsule.

On ne doit jamais opérer à l'ébullition, sous peine de n'obtenir que des dépôts non adhérents.

On constate que l'opération est terminée en essayant une trace de la liqueur par un réactif approprié.

Antimoine. Arsenic. Étain. — Les solutions oxaliques et tartriques

Intensité du courant en ampères.	Intensité du courant en c. c. de gaz tonnant par minute.	Intensité du courant en c. c. de gaz tonnant par minute.	Intensité du courant en ampères.
0,1	1,04	1	0,096
0,2	2,09	2	0,192
0,3	3,13	3	0,287
0,4	4,18	4	0,383
0,5	5,22	5	0,479
0,6	6,62	6	0,575
0,7	7,31	7	0,671
0,8	8,35	8	0,766
0,9	9,39	9	0,862
1,0	10,44	10	0,958
1,1	11,48	11	1,054
1,2	12,52	12	1,150
1,3	13,57	13	1,245
1,4	14,61	14	1,341
1,5	15,65	15	1,437
1,6	16,70	16	1,533
1,7	17,74	17	1,629
1,8	18,78	18	1,724
1,9	19,83	19	1,820
2	20,87	20	1,916
3	31,31	30	2,874
4	41,75	40	3,432
5	52,18	50	4,790
6	62,62	60	5,748
7	73,05	70	6,706
8	83,51	80	7,664
9	93,92	90	8,662
10	104,36	100	9,580

ne donnent pas de bons dépôts. Il est préférable de s'adresser aux sulfosels. On redissout le sulfure dans le *monosulfure de sodium*, et on électrolyse avec un courant faible (0,15 à 0,20 amp.).

Pour séparer l'antimoine de l'arsenic, on amène ce dernier à l'état de pentasulfure. A cet effet on traite les sulfures par l'eau régale, on évapore à sec et on dissout le résidu dans la soude et le monosul-

fure de sodium. Dans ces conditions, l'arsenic ne se dépose pas sous l'action du courant.

Si l'on a à séparer l'antimoine de l'étain, on traitera à chaud la solution d'où l'on a précipité l'antimoine par le sulfate d'ammonium, de manière à transformer le sulfure de sodium en sulfure d'ammonium, et on électrolysera avec un courant plus fort (1 amp. environ).

Argent. — Précipiter la solution par un excès d'ammoniaque, ajouter du sulfate d'ammoniaque et électrolyser avec un courant de 2 centimètres cubes de gaz tonnant à la minute (0,2 amp.), 5 centimètres cubes (0,5 amp.) à la fin (J. Krutwig).

On peut encore employer une solution d'oxalate dans le cyanure de potassium, ne contenant pas plus de 0gr,3 d'argent, avec un courant de 0,2 ampère (F. Rüdorff).

Bismuth. — Pour obtenir un dépôt cristallin adhérent, on précipite le sel par l'oxalate de potassium, et on ajoute de l'oxalate d'ammonium jusqu'à dissolution complète. On étend à 150 centimètres cubes et on électrolyse avec un courant très faible (0,01 à 0,05 amp.) à 70-80°. Après seize heures on acidule par de l'acide oxalique et on continue l'électrolyse pendant vingt-quatre heures. On sépare ainsi le bismuth du zinc, du cobalt, du nickel et de l'urane.

Cadmium. — L'oxalate de cadmium et d'ammonium est électrolysé avec un courant de 0,5 ampère.

Dans le cas de traces de cadmium, il est bon de remplacer l'acide oxalique par l'acide tartrique.

Cobalt. — Solution dans l'oxalate d'ammonium. Opérer à la température ordinaire avec un courant de 0,5 amp. environ.

Cuivre. — L'électrolyse de l'oxalate cupro-ammonique exige de 0,3 à 0,4 ampère. On doit commencer avec une solution neutre et ajouter à la fin de l'acide oxalique. — Pour des solutions pauvres, on peut ajouter dès le début l'excès d'acide oxalique. On réduit ainsi considérablement la durée de l'opération.

On peut également électrolyser une solution de sulfate ou de nitrate. Eviter le chlorure.

Fer. — Solution du composé ferreux ou ferrique dans l'oxalate d'ammonium. Dans la solution ferrique, le courant est d'abord employé à ramener le métal à l'état ferreux. Electrolyser à 40-50°, avec un courant de 0,6 à 0,8 amp.; 1 à 1,5 amp. à la fin. Au cas où l'on observerait pendant l'opération la formation d'un précipité d'oxyde, on le redissoudrait au moyen de quelques gouttes d'une solution d'acide oxalique.

Mercure. — En électrolysant avec un courant très faible (0,2 amp.)

une solution d'oxalate de mercure et d'ammonium, ou mieux une solution acidulée par quelques gouttes d'acide nitrique avec un courant de 0,02 à 0,05 amp., on obtient le métal sous la forme d'un miroir ou de petits globules très faciles à laver.

Nickel. — Opérer comme pour le cobalt et le fer, mais à la température ordinaire, avec 0,2 ou 0,3 amp.

Or. — Solution dans l'oxalate d'ammonium. Pour pouvoir détacher le dépôt de la cathode, on l'argente préalablement.

Platine. — Solution dans les oxalates de potassium ou d'ammonium, courant de 0,1 à 0,3 amp. Pour éviter l'adhérence du dépôt sur la cathode, on a soin de la recouvrir au préalable de cuivre par électrolyse.

Plomb. — Solution dans l'oxalate d'ammonium, courant de 0,02 amp. Le lavage à l'eau et à l'alcool oxyde légèrement le métal déposé.

Zinc. — Électrolyser à froid le sel double de zinc et d'ammonium en employant un courant de 0,5 amp.

Le *manganèse*, l'*aluminium*, le *chrome* fournissent des dépôts constitués par des oxydes. Leur dosage par électrolyse n'est donc pas pratique.

Essais d'argent par la coupellation.

(236) *Détermination approximative du titre d'alliage.*

On passe à la coupelle $0^{gr},100$ d'alliage avec 1 gramme de plomb; on obtient un bouton dont le poids donne à 1 ou 2 centièmes près le titre cherché. D'après cet essai, on juge la quantité de plomb à ajouter à l'alliage pour le coupeller au mieux.

La prise d'essai se fait sur 1 gramme d'alliage; le nombre de milligrammes qui représente le poids du *bouton de retour* indique donc le titre de l'alliage en millièmes.

Un bouton pesant 900 milligrammes représente un alliage à 900 millièmes.

On peut aussi déterminer approximativement le titre en faisant sur la pierre de touche des traces dont on compare la couleur avec celles produites par des alliages de titre connu (sans emploi d'acides).

(237) ***Table indiquant les quantités de plomb nécessaires pour la coupellation des alliages de cuivre et d'argent.***

Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.	Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.
Argent à 1000	0gr,500	Argent à 500	16 à 17 gr.
— 950	3	— 400	
— 900	7	— 300	
— 800	10	— 200	
— 700	12	— 100	
— 600	14	Cuivre pur.	

Le bouton n'est pas de l'argent pur; il contient du plomb et du cuivre. L'analyse, par voie humide, indique dans le bouton d'essai un titre compris entre 992 et 998 millièmes. Ce titre peut être évalué à 996 millièmes. (Voir ci-dessous la table 238).

(238) ***Table de compensation pour l'essai des matières d'argent***

Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.	Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.
1000	998,97	1,03	600	595,32	4,68
950	947,50	2,50	550	545,32	4,68
900	896,00	4,00	500	495,32	4,68
850	845,85	4,15	400	396,05	3,95
800	795,70	4,30	300	297,40	2,60
750	745,48	4,52	200	197,47	2,53
700	695,25	4,75	100	99,12	0,88
650	645,29	4,71			

Les *témoins* sont des essais que l'on execute sur un alliage fait avec de l'argent à 1000 millièmes et représentant d'une manière approximative le titre de l'alliage qu'on examine. Le témoin doit être passé à la coupelle à côté de l'essai auquel il doit être comparé. Ils sont surtout utiles quand l'alliage contient de l'or, du platine ou du palladium.

Essais d'argent par la voie humide (Gay-Lussac).

(239) *Préparation de l'argent pur à $\frac{1000}{1000}$.*

Dissoudre l'argent métallique dans l'acide nitrique, séparer par décantation le résidu, s'il y en a, puis précipiter la solution étendue d'eau par un excès de sel marin. Le chlorure d'argent bien lavé, puis séché, est chauffé dans un creuset de terre réfractaire, au rouge vif. Pour 100 p. chlorure d'argent :

74,4 p. de craie, 4,2 p. de charbon de bois pulvérisé.

L'argent métallique occupe le fond du creuset ; on le détache, on le lave et on le redissout de nouveau dans l'acide azotique pur, puis on recommence le même traitement. L'argent est alors complétement pur.

(240) *Préparation de la liqueur décime d'argent.*

On dissout 1 gramme d'argent à 1000 millièmes dans 5 ou 6 grammes acide azotique pur et l'on étend la dissolution d'eau distillée, de manière à obtenir exactement 1 litre de liqueur.

(241) *Préparation de la dissolution normale de sel marin.*

On dissout $5^{gr},414$ de chlorure de sodium pur dans l'eau distillée, de manière que le volume du liquide occupe 1 litre à la température de 15° ; 1 décilitre de cette liqueur à + 15° précipite exactement 1 gramme d'argent pur.

On peut employer le sel marin ordinaire ; dans ce cas, on dissout 200 ou 300 grammes de sel marin dans 2 litres d'eau commune, on filtre, puis on évapore à sec quelques grammes de la solution pour apprécier la quantité de sel qu'elle renferme. On étend alors cette liqueur d'une quantité d'eau inférieure à celle qu'indiquerait le calcul en supposant que le sel fût pur. Puis on la titre au moyen de la liqueur titrée d'argent et on l'amène au titre exact.

(242) *Préparation de la liqueur décime salée.*

On verse 1 décilitre de liqueur normale dans un vase de la capacité de 1 litre, qu'on achève de remplir avec de l'eau distillée.

1 litre de liqueur décime peut précipiter 1 gramme d'argent ;

1 centimètre cube de la même liqueur précipitera 1 milligramme d'argent.

(243) *Prise d'essai à la goutte.*

Prendre des lingots à bas titre, les fondre en présence d'une petite quantité de charbon, brasser la masse avec un bâton-cuiller en terre argileuse et couler une partie dans l'eau. La composition de la grenaille ainsi produite représente la composition moyenne de l'alliage. L'analyse se fait à la manière ordinaire.

Analyse des alliages d'or.

(244) *Essai approximatif, dit essai au touchau.*

Avec de la pratique on peut déterminer le titre d'un alliage d'or à moins d'un centième près. Cet essai exige l'emploi : 1° de

la pierre de touche, 2° des touchaux, 3° de l'acide pour touchaux.

L'acide, pour les touchaux, se compose de :

98 p. acide azotique de 1,340 densité (37° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique de 1,173 densité (21° Baumé),
25 p. d'eau,

ou bien de :

123 p. acide azotique (31° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique (21° Baumé).

On fait sur la pierre de touche 3 ou 4 touches afin de décaper l'objet avant de prendre la touche définitive, puis on compare cette dernière avec des touches faites par des touchaux dont les titres sont connus. (583, 625, 667, 708 et 750 *millièmes*).

On mouille ces diverses touches ou traces avec une baguette de verre trempée dans l'acide et on examine l'effet produit.

La trace disparaît presque subitement si elle a été faite avec du cuivre; elle résiste si le bijou est au titre de 750 millièmes ou au-dessus; dans ce cas, un linge fin passé légèrement sur la pierre n'enlève pas la trace.

La teinte verte plus ou moins foncée que prend l'acide, ainsi que l'épaisseur de la couleur de la touche ou trace d'or qui reste sur la pierre, permettent de déterminer le titre d'une manière très-approximative.

(245) *Analyse des alliages d'or.*

Avant de procéder à l'analyse exacte d'un alliage d'or, il faut connaître approximativement son titre, afin de lui faire subir l'opération de l'*inquartation*.

On l'*approxime* au moyen de la pierre de touche ou en passant à la coupelle 0gr,100 d'alliage avec 0gr,300 d'argent et 1 gramme de plomb.

Le bouton, aplati et mis en ébullition pendant quelques minutes avec 5 à 6 grammes d'acide azotique, donne un résidu d'or dont le poids indique approximativement le titre de l'alliage. Cette opération porte le nom de *départ*.

La pratique a montré que l'opération du départ, c'est-à-dire la séparation de l'argent au moyen de l'acide azotique, s'exécute d'une manière complète lorsque, dans le bouton, l'or est à l'argent dans le rapport de 1 partie d'or à 3 parties d'argent. C'est cette opération qui consiste à ajouter à l'alliage une quantité d'argent, telle, que l'or soit à l'argent dans le rapport de 1 à 3, qui porte le nom d'*inquartation*.

Le titre approximatif étant connu, soit 900 millièmes, on pèse avec exactitude 0gr,500 d'alliage, on l'introduit dans un petit morceau de papier avec la quantité voulue d'argent, soit 1gr,350.

D'autre part, on pèse le plomb nécessaire à la coupellation, soit 5 grammes de plomb et on porte dans une coupelle bien rouge ; lorsque le plomb est *découvert*, c'est-à-dire que sa surface est nette et brillante, on y ajoute l'alliage ainsi que l'argent.

On procède alors comme pour un essai d'argent, les phénomènes étant à peu près les mêmes.

Lorsque le bouton s'est figé, on l'enlève, on l'aplatit sur un tas d'acier, on le recuit, on le lamine et on le recuit une seconde fois. La lame mince roulée sur elle-même en spirale constitue le *cornet* qu'il faut soumettre à l'action de l'acide nitrique ou au *départ*.

Le cornet est introduit dans un matras d'essai avec 30 à 35 grammes d'acide nitrique à 22° Baumé, puis on fait bouillir 20 minutes environ, on décante et on ajoute de nouveau 25 à 30 grammes d'acide nitrique à 32° Baumé, on fait bouillir 10 minutes. On décante, on lave le cornet à deux reprises avec de l'eau distillée, on remplit alors entièrement d'eau le matras et on le renverse avec précaution dans un petit creuset d'argile, de manière à y faire tomber le cornet sans le briser. On décante l'eau recouvrant l'or et on porte le creuset au rouge, en ayant soin de ne pas fondre le métal.

Le poids du cornet donne le titre de l'alliage.

Lorsque l'or est à un titre élevé, il faut soumettre le cornet à trois traitements successifs par l'acide nitrique, afin d'éviter les surcharges.

Le tableau suivant peut servir de base à une table de compensation qui permettrait, au moyen d'une correction, d'obtenir toute l'exactitude que comporte la coupellation de l'or.

Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.	Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.
900	900,25	+ 0,25	400	399,50	— 0,50
800	800,50	0,50	300	299,50	0,50
700	700,00	0,00	200	199,50	0,50
600	600,00	0,00	100	99,50	0,50
500	499,50	— 0,50			

Ces résultats ont été obtenus avec des mélanges d'or et de cuivre purs et coupellés avec des quantités de plomb indiquées dans le tableau suivant :

Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.	Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.
1000 millièmes.	1 partie	500 millièmes.	26 parties.
900 —	10 —	400 —	34 —
800 —	16 —	300 —	
700 —	22 —	200 —	
600 —	24 —	100 —	

(246) *Analyse des lingots de doré.*

Le doré est un alliage formé d'or, d'une forte proportion d'argent et d'une petite quantité de cuivre.

L'argent sera dosé par la voie humide chaque fois que l'or n'excédera pas 200 à 300 millièmes. Il faut avoir soin de réduire l'alliage en lames très minces et de faire bouillir plusieurs fois avec l'acide nitrique concentré, avant de précipiter par le sel marin.

L'or est dosé dans une seconde prise d'essai, en passant l'alliage à la coupelle et en soumettant le bouton de retour au départ ordinaire par l'acide nitrique.

Il est également nécessaire de passer à la coupellation un *témoin*, lorsqu'on détermine l'argent par différence entre le poids du bouton de retour et celui de l'or, la présence de l'or donnant toujours une surcharge.

Enfin, si le lingot présente des indices de *rochage*, il devra être essayé à la goutte.

(247) *Analyse des alliages d'or, d'argent, de platine et de cuivre.*

L'alliage est passé à la coupelle avec du plomb, à une température supérieure à celle des essais d'argent. La perte de poids après la coupellation indique la proportion du cuivre.

L'alliage est coupellé avec addition d'argent, s'il n'en contient pas déjà une quantité suffisante.

Le bouton laminé est traité par l'acide sulfurique bouillant, qui dissout l'argent ; le résidu, lavé et desséché, donne par différence l'argent.

Ce résidu, composé d'or et de platine, est passé à la coupelle avec six fois la quantité d'argent correspondant au platine. Le nouveau bouton est laminé et traité par l'acide nitrique bouillant qui dissout le platine à cause de la présence de l'argent.

Le résidu donne l'or ; le platine est obtenu par différence.

Pour plus d'exactitude, cette dernière opération doit être faite une econde fois. Si le poids de l'or reste invariable, on est certain que out le platine a été enlevé.

(248) *Alliages d'étain et de plomb.*

	Sn °/₀.	Densité.	Fusion.		Sn °/₀.	Densité.	Fusion.
Sn^5Pb	76	8,046	194°	Sn^2Pb	53	8,766	196°
Sn^4Pb	69	8,195	189	$SnPb$	37	9.451	241
Sn^3Pb	63	8,414	186	$SnPb^2$	22	10,110	
Sn^5Pb^2	59	8,565		$SnPb^3$	16	10,410	239

(249) *Principaux alliages.*

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Plomb.	Étain.	Divers.
Alliage d'Arcet	Pour clicher	»	31,25	18,75	Bismuth 50
	Fusible à 94° C.	»	5	3	— 8
Alliage de Wood	Fusible entre 66 et 71°	»	2	4	Cadm. 1 à 2; Bism. 7 à 8
Alliages divers	Vaisselle et robinets	»	8	92	
	Cuillers et flambeaux	»	20	80	
	Coussinets de roues — des hélices	1	»	8	Antimoine 2
Métal antifriction	»	8	»	90	— 8
Robinets	»			78,5	Antim. 19,5, Nickel 2
Métal blanc	»	»	4	16	Zinc 3
— —	»	»	3	16	— 9
Métal d'Alger	»	»	26	69,5	Antim. 4,5
Alliages pour	Caractères d'imprimerie	»	80		— 20
	Miroirs des télescopes	66	»	33	Arsen. traces.
	Tamtams et cymbales	80	»	20	
	Médailles	94 à 96	»	4 à 6	Zinc 1/2
	Monnaies : billion refonte 1864	95	»	4	— 1
Alliages de Budi.	Adhère directement à la fonte.	»	»	89	Fer 5, Nick. 6
— de Réaumur	Très-dur, fait feu au briquet.	»	»	»	Ant. 70, Fer 30
— de Cooke	Décompose l'eau à l'ébullition.	»	»	»	Ant. 57, Zn 43.
Polychrome	Étamage d'ustensiles de cuivre	»	»	6	Fer 1
Alliage pour	Planches à graver la musique.	»	70 à 75	5	Antim. 20 à 25
Amalgames	Fusible à + 53°	»	»	»	Alliage d'Arcet 9, Merc. 1
	Étamage de miroirs courbes	»	»	4	Mercure 1

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Rouleaux	Impression	80		16	Plomb 2, Antimoine 2
Racles	Impression (Dresde) très-élastique, peu attaqué, devient cassant par la fonte	85,8	9,8	4,9	
Racles	Impression	80,5 env.	10,5	8	
Laiton de Romilly	Travail au marteau	70	30	»	
— de Stolberg, 1re qual.	Ustens. de ménage, chaudières.	65,80	31,80	0,20	Plomb.. 2,20
— anglais	Travail au marteau	70 29	29,26	0,17	— .. 0,28
— de Jemmapes	Pour les tourneurs	64,60	33,70	0,20	— .. 1,50
— —	Pour la tréfilerie	64,20	35	0,40	— .. 0,40
— des doreurs	Bronzes dorés	63,70	33,55	2,50	— .. 0,25
— des horlogers	Roues de montres	60 à 66	37 à 31	1,3 à 1,4	Fer, 0,7 à 0,9
— des armuriers	Garnitures d'armes	80,00	17	3	Plomb . 0,0
Chrysocale	Faux bijoux	90,40	8	»	— .. 1,60
—	—	86 à 88	8 à 6	6	
Similor ou or de Mannheim	—	80 à 88	20 à 12	»	
Pinchbeck	—	83,33	16,67	»	
Bracelet antique (Nauenburg).	—	83,08	15,38	1,54	
Tombac ou cuivre blanc	Instruments de physique	86 à 88	14 à 12	»	
— jaune	—	88,88	5,56	5,56	
- rouge	—	91,66	8,34	»	
— plus rouge	Boutons, etc	97	2	»	Arsenic. 1,00
Bronze	Canons français	90,10		9,90	
— des frères Keller	3 statues de Versailles (moyene).	91,40	5,53	1,70	Plomb . 1,37
—	Grosses cloches	78,00		22	
— zincifère	Coussinets de machines, etc.	73,60	9,09	9,50	Plomb . 7, Fer.... 0,42
Alliage de Fenton	— —	5,50	80	14,50	
— très-dur	Locomotives	6,10	62,64	11,32	Plomb. 19,94

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Alliage très-dur, proposé par Calvert et Johnson	Locomotives	6,80	69 56	12,58	Plomb. 11,06
Métal de Muntz	Doublage de navires	66	34	»	
Poudre à bronzer, jaune pâle	Pour les peintres	82,33	16,69	»	
Bronze de coul., jaune foncé	—	84,50	15,30	»	Fer.... 0,16
— jaune rouge	—	90	9,60	»	— 0,07
— jaune orangé	—	98,93	0,73	»	— 0,20
— cuivre	—	99,90	»	»	— 0,08
— violette	—	98,22	0,50	traces.	— ... traces
— verte	—	84,32	15,02	»	— 0,30
— blanche	—	»	2,30	96,46	— 0,03
Bronze d'aluminium		90			Aluminium 10

Alliages.	Cuivre.	Nickel.	Zinc.	Divers.
Packfung chinois ou toutenague	55	23	17	Étain 2; Fer 3
— —	43,80	15,60	40,60	
Cuivre blanc chinois (de densité 8,432)	40,40	31,60	25,30	Fer 2,60
Maillechort français le plus pur	50	18,75	31,25	
Packfung parisien	62	15	23	
—	66	19,30	13,60	
—	65	16,80	13	Étain 0,2; fer 3,4.
Alfénide	59	10	30	
Packfung allemand, pour couverts	50	25	25	
— pour sellerie, éperons	57	20	20	
Maillechort fort élastique anglais	57,40	13	25	Fer 3,00
Alliage pour dentistes	5			Platine 95
Alliage, couleur et densité de l'or	50			— 50

(250) *Alliages fusibles pour machines à vapeur.*

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.	Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.
8	5	3	100°	1	8	16	12	146°	4
8	8	4	113,3	$1\frac{1}{2}$	8	22	24	154	5
8	8	3	123	2	8	32	36	160	6
8	10	8	130	$2\frac{1}{2}$	8	32	28	166	7
8	12	8	132	3	8	30	24	172	8
8	16	14	143	$3\frac{1}{2}$					

Plomb.	Étain.	Point de fusion.
1	3	186
1	1	241

(251) *Soudures.*

Soudures.	Cuivre.	Zinc.	Divers.
Soudures fortes: jaune peu fusible....	53,3	43,1	Étain 1,3 Plomb 0,3
demi-blanche fusible .	44,0	49,9	— 3,3 — 1,2
blanche très-fusible ..	57,4	28,0	— 14,6
— très-forte	53,3	46,7	
Métal des cloches pour souder....................	10		Étain 15,0; laiton 20
Id. pour souder le laiton...	1,5	6	Laiton 10
Argent de soudure pour alliage à $\frac{950}{1000}$	23,33	10	Argent 66.66
Soudure des plombiers....			Étain 33; Plomb 66
— des ferblantiers .			— 50 — 50
— pour or rouge...	1		Or 5
— pour or à $\frac{750}{1000}$....	1		Argent 1, Or 4

(252) *Alliages monétaires.*

L'alliage pour billon français contient 95 pour 100 de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc.

L'Allemagne, la Belgique et les États-Unis emploient un alliage de 25 p. de nickel avec 75 p. de cuivre.

Les monnaies d'argent en France sont au titre de 900 millièmes avec une tolérance de 2 millièmes au-dessus et au-dessous (*pièces de 5 fr.*); les pièces de 2 fr., 1 fr., 50 cent. et 20 cent. sont au titre de 835 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes.

Le poids des pièces d'argent de 5 francs est fixé à 25 grammes avec une tolérance de 3 millièmes; pour les pièces de 2 et de 1 franc, dont les poids sont de 10 et 5 grammes, la tolérance est de 5 millièmes; pour les pièces de 50 centimes (poids 2gr,50), de 7 millièmes.

Les médailles renferment plus d'argent : elles sont au titre de 950 millièmes, avec la même tolérance que pour les alliages de la monnaie.

Les alliages pour orfèvrerie sont au nombre de deux. Le premier, employé pour vaisselle et argenterie, est à 950 millièmes, avec une tolérance de 5 millièmes. Ainsi un couvert qui contient 945 millièmes d'argent pur est encore dans la limite fixée par la loi.

Le deuxième est de 800 millièmes; la tolerance au-dessous est de 5 millièmes. Il n'y a pas de limites fixées pour les titres au-dessus de 950 millièmes.

Dans ces derniers temps on a proposé de substituer dans les alliages d'argent le zinc au cuivre. D'après M. Peligot, un alliage de 800 argent et 200 zinc ne noircit pas dans les dissolutions de polysulfure.

Les monnaies d'or en France sont au titre de 900 millièmes.

La loi accorde une tolérance de 1 milième, soit au-dessus, soit au-dessous; les monnaies dont les titres sont entre 899 et 901 millièmes sont par conséquent encore au titre légal.

Les pièces de 20 francs pèsent 6gr,452 (tolérance 2 millièmes).
— 10 — 3,226 — 2
— 5 — 1,613 — 3

Les médailles sont plus riches en or que les monnaies : le titre est 916 millièmes d'or, avec une tolérance de 2 millièmes en dessus et en dessous.

Les alliages pour la bijouterie sont au nombre de trois :
Le premier est au titre de 920 millièmes;
Le second — 840 — ;
Le troisième, qui est le plus employé, est au titre de 750 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes au-dessous.

La tolérance est sans limite pour les titres qui dépassent 750 millièmes.

Pour les boîtes de montre en or destinées à l'exportation, la loi a créé un quatrième titre de 583 millièmes ou 14 carats.

Les objets destinés à l'exportation peuvent être fabriqués à tous titres, mais ne reçoivent pas le poinçon de l'État.

Le titre de l'or s'évaluait autrefois en carats, l'or pur étant à 24 carats, et l'or à 750 millièmes à 18 carats; le carat se subdivisait en 32es. Le titre de l'argent s'évaluait en deniers, l'argent pur étant à 12 deniers, et le denier se subdivisait en 24 grains.

La valeur légale du kilogramme d'or pur, à 1000 millièmes, est fixée à 3444 fr. 44 cent., ou 3100 francs pour l'or à 900 millièmes : sur ce dernier tarif, le Trésor exerce pour les frais de fabrication une retenue de 6 fr. 70, ce qui met le kilogramme d'or pur à 3437 francs, et celui d'or à 900, à 3093 fr. 30, au tarif du change.

Ainsi la pièce de 20 francs ne vaut, au tarif de change que 19 fr. 957.

Le souverain anglais, qui pèse 7gr,988 au titre de 916,66 millièmes, contient donc en métal pur 7gr,322 : il vaut donc au pair 25 fr. 22; mais versé aux bureaux du change de l'Hôtel des monnaies, il ne vaut que 25 fr. 15. La valeur légale du kilogramme d'argent est de 222 fr. 22 pour l'argent pur et de 200 francs pour l'argent à 900 millièmes : sur cette dernière valeur la retenue, pour frais de fabrication, est de 1 fr. 50, ce qui met la valeur, au tarif de change, de l'argent pur à 220 fr 56, et celle de l'argent à 900, à 198 fr. 50.

Section III. — Grosse industrie chimique.

(253) *De l'échantillonnage.*

Pour les produits solides, livrés généralement à l'état pulvérulent ou en menus fragments, par chaque brouette, cuveau ou sac, on prendra au moment de la pesée, à l'aide d'une cuiller, un échantillon d'environ 1/2 kilogramme, qu'on mélangera dans un grand pot pouvant se boucher, afin d'éviter l'humidité. Le contenu de ce pot est ensuite déversé sur une table plane en pierre dure, broyé au besoin, bien mélangé, puis on procède comme pour les minerais (table 225).

Si la livraison se fait en tonneaux, soit sur chaque fût, soit sur tous les cinquièmes ou dixièmes, on perce un trou de 3 cm. de diamètre en un point de l'un des fonds, et on introduit une sonde ou cuiller, ayant la forme d'une gouttière, en fer ou en acier, entretenue très propre et sans rouille, et qu'on pousse jusqu'au centre du baril; on la fait tourner sur son axe et on retire l'échantillon moyen des différentes couches. On mélange ces différentes prises dans un bocal qu'on vide ensuite sur une grande feuille de papier; on écrase les parties agglomérées avec une spatule, puis on mélange rapidement le tout et on prend sur tous les points de la masse un peu de produit pour faire un échantillon moyen de 1 à 2 kilogrammes, lequel est encore bien mélangé et sert à remplir le flacon d'échantillon de 100 grammes au moins, en opérant comme pour le minerai (table 225) Il est essentiel d'opérer aussi vite que possible, surtout avec les substances qui s'altèrent à l'air ou absorbent l'humidité.

(254) *Préparation des liqueurs titrées.*

Les liqueurs titrées employées dans l'analyse et dans le titrage des produits chimiques sont de deux sortes : on désigne sous le nom de liqueurs *normales* celles qui renferment par litre l'équivalent du corps exprimé en grammes, en donnant au mot d'équivalent sa définition la plus large, c'est-à-dire le poids de la molécule du corps actif considéré comme monatomique : ainsi l'acide sulfurique $SO^4 H^2$, dont le poids moléculaire est de 98, aura pour nous un équivalent de

49, pour correspondre à la potasse KOH, dont le poids moléculaire est de 56; 49 grammes d'acide sulfurique monohydraté saturent en effet 56 grammes de potasse hydratée. La liqueur normale-décime, la plus employée, renferme l'équivalent dissous dans 10 litres ; on la prépare en diluant à 1 litre 100 cc. de liqueur normale. On fait quelquefois usage de liqueur normale-centime.

Les autres liqueurs titrées, dites *arbitraires*, sont préparées le plus souvent de telle sorte qu'un centimètre cube corresponde à un milligramme ou à un centigramme de l'élément dosé.

L'usage des liqueurs normales ayant prévalu dans les laboratoires et dans l'industrie, nous donnerons surtout les méthodes qui reposent sur leur emploi.

Acide normal. — Le plus employé est l'acide sulfurique.

On fait un mélange d'acide sulfurique et d'eau, d'après les tables de densité (table 82), de manière qu'un litre renferme 40 grammes d'acide sulfurique anhydre, ou un peu plus. On prend 10 cc. de cette liqueur, et on y dose l'acide sulfurique par un sel de baryum. Un simple calcul indique la quantité d'acide sulfurique ou d'eau à ajouter pour que la liqueur renferme exactement 40 grammes d'acide sulfurique par litre.

Pour la liqueur normale contenant l'acide chlorhydrique, on opère d'une manière analogue ; elle doit renfermer $36^{gr},500$ d'acide chlorhydrique anhydre par litre ; on en détermine le titre au moyen d'un sel d'argent, à l'état de chlorure d'argent.

La liqueur normale d'acide chlorhydrique est trop forte et perd de l'acide à l'air : il vaut mieux ne la préparer que décime ou au plus demi-normale.

On se sert rarement de l'acide nitrique normal, dont on établit le titre au moyen de l'alcali normal.

La meilleure manière de préparer les liqueurs normales est certainement de partir de l'acide oxalique normal ; on dissout 63 grammes d'acide oxalique pur, en petits cristaux, volatil sans résidu, dans l'eau distillée, et on complète un litre à 15°. Il se garde à peu près indéfiniment à l'obscurité, en flacon bien fermé, et on l'emploie comme type pour préparer les liqueurs normales acides, alcalines et celles de permanganate. Il n'est pas très commode pour titrer les carbonates alcalino-terreux.

Alcali normal. — On dissout dans l'eau de la potasse à l'alcool ou de la baryte cristallisée, de manière à avoir des solutions équivalentes volume à volume avec celles des acides ; ou bien on pèse exactement 53 grammes de carbonate de sodium pur et calciné, dissous dans l'eau de manière à faire un litre : cette solution est normale.

On peut aussi employer l'ammoniaque demi-normale.

Indicateurs. — Voyez section XVIII.

Mode opératoire. — Pour essayer un acide, on pèse un poids en décigrammes correspondant à son équivalent, c'est-à-dire au poids moléculaire de l'acide considéré comme monobasique ; on le dissout dans 100 grammes d'eau et on prend 10 centimètres cubes de la solu-

tion ; le nombre de dixièmes de centimètre cube de liqueur alcaline nécessaire pour rendre la solution neutre au tournesol donne directement la quantité pour 100 d'acide réel.

Exemples. On prend :

4^{gr},9 acide sulfurique ;
3^{gr},646 acide chlorhydrique
6^{gr},300 acide azotique, etc.

De même pour les alcalis on pèsera :

5^{gr},61 potasse caustique ;
4 grammes soude caustique ;
5^{gr},300 carbonate de sodium anhydre, etc.,

et l'on titrera avec la liqueur normale acide.

(255) *Liqueurs pour les analyses par oxydation et par réduction.*

La solution normale de permanganate devrait renfermer 31^{gr},62 de ce sel, mais, comme elle s'altère rapidement, on en prépare d'habitude une solution de 25 à 30 grammes, dont on prend le titre chaque fois au moment de s'en servir. Le titre se prend soit au moyen du fil de clavecin (226), ou du sulfate de fer et d'ammonium cristallisé, qui renferme 1/7 juste de fer et dont on dissout 1 gramme environ dans l'eau bouillie acidulée par l'acide sulfurique, ou au moyen de l'acide oxalique normal dont 1 cc. = 0^{gr},008 d'oxygène ou 0^{gr},056 de fer métallique; à 10 cc. d'acide oxalique on ajoute assez d'acide sulfurique pur pour échauffer la solution à 50-60° et on verse le permanganate jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre des solutions de permanganate s'exprime habituellement en fer ou en acide oxalique normal.

Dans le système des liqueurs normales, 2 molécules de fer à l'état de protosel absorbant 1 atome d'oxygène pour passer à l'état de peroxyde comptent pour un équivalent; l'acide oxalique est exactement normal à 63 grammes par litre et est équivalent à 0^{gr},008 d'oxygène disponible ou absorbé par cc.

On peut garder pendant quelque temps la solution de sulfate de fer ammoniacal en l'additionnant de 5 à 10 pour 100 d'acide sulfurique et en la conservant, sous une couche de quelques centimètres de benzine ou de pétrole, dans un flacon ressemblant à une pissette; on remplit la burette en soufflant et on bouche ensuite les tubes avec des caoutchoucs garnis de baguettes de verre.

On pèse 4^{gr},92 de bichromate de potassium pur, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

1 centimètre cube de cette solution correspond à 5 milligrammes 6 dixièmes de fer (0,0056) à l'état de sel ferreux. L'indice de la fin de la réaction est la coloration de l'iodure de potassium amidonné.

On pèse 24^{gr},800 d'hyposulfite de sodium cristallisé $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$ qu'on dissout dans l'eau pour compléter 1 litre.

On pèse d'un autre côté $12^{gr},700$ iode et environ 18 grammes iodure de potassium, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

10 cc. d'hyposulfite de sodium doivent correspondre à 10 cc. de la solution iodique. L'essai se fait en présence de l'amidon.

Ces solutions sont normales-décimes.

(256) *Soufre.*

Le soufre brut de Sicile peut être dosé par dissolution dans le sulfure de carbone pur, dont on prend ensuite la densité. Le sulfure doit être purifié par digestion avec de l'oxyde de mercure et du mercure, puis distillé; on pèse 50 grammes de minerai pulvérisé et on le fait digérer avec 200 grammes de sulfure de carbone dans un vase fermé, à froid; on prend ensuite la température et la densité de la solution filtrée. La table **258** donne la teneur en soufre du sulfure de carbone d'après sa densité à 15°.

De 15 à 25°, on peut ramener la densité D' à t' à la densité D à 15° par la formule

$$D = D' + 0{,}0014\,(t - 15°).$$

Le poids du soufre ainsi trouvé, multiplié par 4, donne la teneur en soufre de l'échantillon.

En outre, on dose l'eau en desséchant pendant quelques heures à l'étuve à 100°, un échantillon grossièrement concassé de 100 grammes. Les cendres sont déterminées sur 10 grammes dans une capsule de porcelaine tarée.

On examine de même le soufre régénéré des marcs de soude.

(257) *Sulfhydrométrie.*

On ajoute à la liqueur contenant de l'acide sulfhydrique un sulfure alcalin, de l'amidon et goutte à goutte de la liqueur d'iode normale-décime jusqu'à coloration. Le nombre de centimètres cubes de liqueur employée $\times\, 0^{gr},0016$ donne le poids de soufre.

(258) *Poids spécifiques des solutions de soufre dans le sulfure de carbone à 15° C* (MACAGNO).

Poids spéc.	Degrés Baumé.	°/₀ S	Poids spéc.	Degrés Baumé.	°/₀ S	Poids spéc.	Degrés Baumé.	°/₀ S
1,271	30,7	0	1,312	34,3	9,9	1,353	37,7	19,9
1,272	30,8	0,2	1,313	34,4	10,2	1,354	37,7	20,1
1,273	30,9	0,4	1,314	34,5	10,4	1,355	37,8	20,4
1,274	31,0	0,6	1,315	34,6	10,6	1,356	37,9	20,6
1,275	31,1	0,9	1,316	34,7	10,9	1,357	38,0	21,0
1,276	31,2	1,2	1,317	34,7	11,1	1,358	38,1	21,2
1,277	31,3	1,4	1,318	34,8	11,3	1,359	38,1	21,5
1,278	31,4	1,6	1,319	34,9	11,6	1,360	38,2	21,8
1,279	31,5	1,9	1,320	35,0	11,8	1,361	38,3	22,1
1,280	31,5	2,1	1,321	35,1	12,1	1,362	38,3	22,3
1,281	31,6	2,4	1,322	35,2	12,3	1,363	38,4	22,7
1,282	31,7	2,6	1,323	35,2	12,6	1,364	38,5	23,0
1,283	31,8	2,9	1,324	35,3	12,8	1,365	38,6	23,2
1,284	31,9	3,1	1,325	35,4	13,1	1,366	38.7	23,6
1,285	32,0	3,4	1,326	35,5	13,3	1;367	38,8	24,0
1,286	32,1	3,6	1,327	35,6	13,5	1,368	38,8	24,3
1,287	32,2	3,9	1,328	35,7	13,8	1,369	38,9	24,8
1,288	32,3	4,1	1,329	35,7	14,0	1,370	39,0	25,1
1,289	32,3	4,4	1,330	35,8	14,2	1,371	39,1	25,6
1,290	32,4	4,6	1,331	35,9	14,5	1,372	39,1	26,0
1,291	32,5	4,8	1,332	36,0	14,7	1,373	39,2	26,5
1,292	30,6	5,0	1,333	36,1	15,0	1,374	39,3	26,9
1,293	32,7	5,3	1,334	36,1	15,2	1,375	39.4	27,4
1,294	32,7	5,6	1,335	36,2	15,4	1,376	39,4	28,1
1,295	32,8	5,8	1,336	36,3	15,6	1,377	39.5	28,5
1,296	32.9	6,0	1,337	36,4	15.9	1,378	39,6	29,0
1,297	33,0	6,3	1,338	36,4	16,1	1,379	39,7	29,7
1,298	33,1	6,5	1,339	36,5	16,4	1,380	39,8	30,2
1,299	33,2	6,7	1,340	36,6	16,6	1,381	39,8	30,8
1,300	33,3	7,0	1,341	36,7	16,9	1,382	39,9	31.4
1,301	33,4	7,2	1,342	36,8	17,1	1,383	40,0	31,9
1,302	33,4	7,5	1,343	36,8	17,4	1,384	40,1	32,6
1,303	33,5	7,8	1,344	36 9	17,6	1.385	40,1	33,2
1,304	33,6	8,0	1,345	37,0	17,9	1,386	40,2	33,8
1,305	33,7	8,2	1,346	37,1	18,1	1,387	40,3	34.5
1,306	33,8	8,5	1,347	37,2	18,4	4,388	40,3	35,2
1,307	33,9	8,7	1,348	37,2	18,6	1,389	40,4	36,1
1,308	34,0	8,9	1,349	37,3	18,9	1,390	40,5	36,7
1,309	34,1	9,2	1,350	37,4	19,0	1,391	40,6	37,2
1,310	34,2	9,4	1,351	37,5	19,3			
1,311	34,2	9,7	1,352	37,6	19,6		(Saturé)	

(259) *Gaz des fours à pyrite.*

On fait arriver le gaz dans un flacon de 250 cc. de capacité, muni d'un bouchon à 3 trous, par lesquels passent un tube plongeant au fond du flacon, un entonnoir à robinet et un tube effleurant le bouchon et relié à un aspirateur en verre dont le robinet d'écoulement est au niveau de l'extrémité du premier tube. Dans le flacon on introduit 50 cc. d'eau et un peu d'iode normal-décime avec de l'amidon. On fait passer le gaz jusqu'à ce que l'iodure d'amidon soit décoloré; à ce moment on arrête l'aspiration et on introduit par l'entonnoir à robinet 10 cc. d'iode normal-décime. On fait couler l'eau en la recueillant dans l'éprouvette; on arrête dès que l'iodure est décoloré, et on lit le volume d'eau écoulé, qui correspond au volume du gaz aspiré, plus $11^{cc},14$ de gaz acide sulfureux absorbé par l'iode. La quantité pour 100 d'acide sulfureux dans le gaz des fours s'obtient en divisant 1114 par le volume de l'eau écoulé, plus 11. La table ci-jointe donne le résultat.

Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀
82	12	100	10	128	8	148	7	175	6
90	11	113	9	138	7,5	160	6,5	192	5,5

(260) *Essai du salpêtre et du nitrate de sodium.*

1° *Eau.* — On dessèche 10 grammes de matières à 130^0 au bain d'air, dans une capsule de porcelaine tarée.

2° *Matière insoluble.* — Le résidu du premier dosage est dissous dans 150 cc. d'eau; on filtre sur un filtre taré, on lave et on complète 200 cc. avec les eaux de lavage. Le filtre est séché à 100^0 et pesé; on a ainsi le poids de matière insoluble, organique et minérale; en calcinant, celle-ci reste seule.

3° *Chlore.* — On le dose sur 20 cc. d'après la table **261**, et on calcule en chlorure de sodium.

4° *Sulfates.* — On les dose par pesée sur 20 ou 25 cc. et on les calcule en sulfate de sodium.

La somme de ces quatre éléments, plus pour les autres impuretés 1/2 pour 100, donne le degré de réfaction du nitrate, le reste étant compté pour nitrate pur.

5° *Acide nitrique.* — Dans les cas restreints où cela est nécessaire, on peut le doser par le procédé Schlœsing (table **356**);

1 cc. de bioxyde d'azote ramené à 0^0 et $760^{mm} = 0{,}003805$ grammes de nitrate de sodium;

Ou par celui de Pelouze;

On prend 1^{gr},500 de fil de clavecin et 30 à 40 cc. d'acide chlorhydrique pur, on dissout dans une cornue traversée par un courant d'hydrogène. Après dissolution, on ajoute par le col de la cornue une quantité de matière contenant au maximum 0,2 d'acide azotique. On fait bouillir et on dose par la liqueur normale de permanganate de potassium le fer excédant. Voy. t. 226.

Le poids du fer peroxydé $\times$ 0,3214 = Az^2O^5 contenu dans la substance; log. du facteur = — 1,50705.

6° On peut aussi ajouter le nitrate (0,2 à 0,3) ou 5 cc. de la solution précédente du nitrate dans un petit ballon, avec un peu de sulfate ferreux sec et d'acide chlorhydrique : on déplace l'air par un courant d'acide carbonique, on fait bouillir jusqu'à expulsion du bioxyde d'azote, on laisse refroidir dans le courant du gaz carbonique, puis on sature à peu près par du bicarbonate de sodium. On ajoute de l'iodure de potassium pur, on bouche le ballon et on chauffe au bain-marie, vers 60° pendant quelque temps; on laisse refroidir; et sur tout ou partie du liquide dilué à 100 cc. on dose l'iode mis en liberté, en présence d'amidon, au moyen d'hyposulfite de sodium normal-décime dont 1 cc. = 0,0018 d'acide nitrique Az^2O^5 ou 0,00337 de nitrate de potassium, ou 0,00283 de nitrate de sodium.

Ces procédés sont applicables dans tous les cas où on a à doser des nitrates.

APPENDICE. — *Dosage des nitrites.* — Dans quelques cas il est nécessaire de doser les nitrites ou l'acide nitreux. On dilue la solution de telle sorte que, pour une partie d'acide nitreux, on ait au moins 1500 p. d'eau, on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à forte réaction acide, et on verse le permanganate. Quand la teinte rose disparaît difficilement, on chauffe vers 40°, et on achève le titrage : 1 cc. d'acide oxalique normal = 0,038 d'acide azoteux anhydre ou 0,069 de nitrite de sodium anhydre.

Si le produit renferme à la fois des nitrites et des nitrates, il faut défalquer des quantités de nitrate trouvées par les procédés indiqués le nitrite, en se basant sur ce que la molécule de nitrite donne autant de bioxyde d'azote, mais qu'elle oxyde trois fois moins de fer que celle du nitrate.

(261) *Essai du sel marin.*

L'échantillon est rendu homogène et on en broie finement une partie.

1° *Eau.* — On chauffe graduellement 5 grammes de sel dans un creuset de platine couvert, en maintenant quelques minutes au rouge faible.

2° *Chlore.* — On dissout 5^{gr},846 de sel dans 500 cc. d'eau, et on titre sur 25 cc.

On pèse 10gr,797 argent pur qu'on dissout dans l'acide nitrique pur. On évapore à sec et on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. On peut encore peser 17 grammes de nitrate d'argent pur pour 1 litre d'eau.

10 cc. correspondent à 0gr,03546 de chlore ou à 0gr,05846 de chlorure de sodium.

La liqueur à titrer doit être neutre : on l'additionne d'un peu de chromate de potassium et on ajoute la liqueur titrée d'argent, jusqu'à ce que le liquide prenne une teinte rouge (chromate d'argent).

Du résultat obtenu on retranche 0cc,2, qui représentent l'argent absorbé par le chromate.

Si la liqueur était acide, on ajouterait un peu de carbonate de calcium précipité pur, dont la présence ne gêne en rien le titrage.

En doublant le nombre de centimètres cubes d'argent employés pour 25 cc. de sel, on a la quantité de chlorure de sodium pour 100.

Procédé au sulfocyanure. — Ce procédé, peu connu en France, est le seul qui permette de doser volumétriquement le chlore et l'argent en liqueur acide; il est basé sur la précipitation de l'argent par les sulfocyanures, et la décomposition du sulfocyanure d'argent par les chlorures : l'excès de sulfocyanure est décelé par un sel ferrique. Le procédé ne s'applique pas au brome et à l'iode, dont les sels d'argent sont partiellement décomposés par le sulfocyanure.

On dissout environ 8 grammes de sulfocyanure d'ammonium dans un litre d'eau; à 10 cc. de la solution normale-décime d'argent indiquée plus haut, on ajoute 5 cc. d'une solution à 20 pour 100 d'alun de fer pur, on étend à 150 ou 200 cc., on acidule par quelques gouttes d'acide nitrique pour rendre la solution moins colorée, enfin on verse goutte à goutte le sulfocyanure jusqu'à coloration rouge persistante; on ramène la solution de sulfocyanure à être équivalente volume à volume avec celle d'argent. Dans ces conditions, 1 cc. de sulfocyanure =0gr,010797 d'argent. Ce procédé est applicable au dosage de l'argent et sert dans certains hôtels monétaires; il est assez sensible pour permettre l'usage de liqueurs normales-centimes. Il est inapplicable en présence de mercure et de palladium, mais le cuivre ne gêne en rien la réaction.

Pour doser le chlore, à la solution on ajoute 5 cc. d'alun de fer, puis de l'acide nitrique, enfin à l'aide de la burette remplie au 0 quelques gouttes de sulfocyanure; et au moyen d'une pipette de 5 ou 10 cc. on introduit la liqueur d'argent jusqu'à ce que la couleur rouge disparaisse; on note le volume employé, et on dose l'excès d'argent par le sulfocyanure de la burette; en retranchant ce volume de celui de l'argent, on calcule la différence en chlore ou chlorure de sodium.

2° *Matière insoluble.* — On fait digérer 10gr de sel avec 250 cc. d'eau dans un becherglas; on filtre dans un ballon jaugé de 500 cc. et on complète avec les eaux de lavage. S'il restait du sulfate de calcium non dissous, il faudrait le faire digérer avec un peu d'acide chlor-

hydrique, ou le broyer finement avec de l'eau, qu'on décanterait sur le filtre, en renouvelant cette opération jusqu'à ce que tout soit dissous. Le filtre est ensuite séché et calciné.

4° *Chaux.* — Sur 150 cc. on la dose par l'oxalate d'ammonium et l'ammoniaque; après 12 heures on filtre, on lave, on sèche et l'on calcine pendant 20 minutes sur un fort chalumeau; la chaux qui reste est pesée, et le poids multiplié par 2,4286 donne celui du sulfate de calcium correspondant. Sur 150 cc. on peut doser l'acide sulfurique en poids, et sur 100 cc. la magnésie à l'état de pyrophosphate.

Dans le sel provenant de la fabrication du salpêtre, on dose le nitrate par le procédé Schlœsing.

(262) *Essai de sulfate de sodium.*

1° On pèse 20 grammes de sulfate qu'on dissout dans 250 cc. d'eau, et sur 50 cc. équivalant à 4 grammes de sel on dose l'acidité par la soude normale, dont chaque centimètre cube équivaut alors à 1 pour 100 d'acide sulfurique anhydre.

S'il y a en présence beaucoup de fer et d'alumine, il vaut mieux ne pas ajouter de tournesol, et arrêter le titrage à l'apparition du trouble floconneux.

2° La solution ainsi neutralisée est titrée à l'argent et au chromate et on calcule en chlorure de sodium; chaque centimètre cube d'argent, dans ce cas, équivaut à 0,146 pour 100 de NaCl.

Ces essais suffisent dans l'intérieur de l'usine; pour le sulfate destiné à la vente, il convient d'ajouter les dosages suivants.

3° On détermine l'eau et la matière insoluble (260, 2°).

4° On dose la magnésie à l'état de phosphate ammoniacal; le fer sur 125 cc. de la solution indiquée plus haut, en réduisant le peroxyde par le zinc et l'acide sulfurique, dosant le protoxyde au permanganate et calculant en peroxyde : les sulfates destinés à la fabrication du verre doivent en renfermer le moins possible.

5° Enfin 25 cc. de solution sont précipités par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammonium; on sépare par filtration le précipité, qu'on lave et qu'on calcine : du poids de chaux trouvé il faut déduire celui de l'oxyde de fer. Le liquide et les eaux de lavage sont amenés à 100 cc.; on en évapore à sec 50 cc. avec quelques gouttes d'acide sulfurique, on calcine, on humecte de carbonate d'ammonium, on calcine et l'on pèse. Du résidu on retranche le poids de sulfate de magnésium (obtenu en multipliant par 3 celui de la magnésie trouvée) et le chlorure de sodium (1 de chlorure de sodium = 1,2136 de sulfate, ou bien par chaque centimètre cube de nitrate d'argent trouvé dans l'essai on déduit $0^{gr},00177$ de sulfate de sodium) et le reste donne le sulfate de sodium contenu dans 1 gramme de matière.

Pour le sulfate provenant de la fabrication de l'acide nitrique, outre les dosages 1 et 3, on détermine l'acide nitrique d'après 260.

(262) *Essais des soudes brutes.*

A. On prend un échantillon moyen de 50 grammes pulvérisé, qu'on fait digérer avec 450 cc. d'eau vers 45°; après quelques heures on complète 500 cc. et on laisse reposer 3 heures; on filtre.

1° On en titre 20 cc. (2gr de produit) en présence d'orangé de méthyle à froid, par l'acide chlorhydrique normal; on a la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure de sodium.

2° Dans un ballon jaugé à 100 cc. on introduit 40 cc. de solution et 20 cc. de solution à 10 pour 100 de chlorure de baryum; on remplit d'eau bouillante, on agite et l'on bouche. Quand le liquide est reposé, on filtre en récoltant 50 cc. qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence de phtaléine du phénol : on a la somme du sulfure et de l'oxyde de sodium.

3° Enfin 20 cc. sont dilués à 200 environ et acidulés par l'acide acétique; on ajoute de l'empois d'amidon et de l'iode décime jusqu'à coloration bleue : 1 cc. d'iode = 0,0039 de sulfure de sodium, ou 0,195 pour 100. 1 cc. d'acide chlorhydrique normal = 0gr,031 d'oxyde, 0gr,053 de carbonate et 0gr,039 de sulfure de sodium.

4° D'autre part, on dose le chlore au sulfocyanure sur 10 cc. et les sulfates par pesée; 1gr de sulfate de baryum = 0,6094 de sulfate de sodium.

B. Dans d'autres usines, on emploie la marche suivante :

Sur 50 cc. de la solution (5 gr.), on prend le degré alcalimétrique (2), puis sur 50 cc. on précipite le carbonate par le chlorure de baryum et on reprend le degré.

A 50 cc. de solution on ajoute avec une burette alcalimétrique une solution de chlorure de soude à 42°, c'est-à-dire renfermant 8,4 volumes de chlore : on s'arrête quand une goutte de liquide ne colore plus en brun une goutte de solution alcaline de plomb déposée sur une soucoupe. On compte en degrés de l'alcalimètre le volume de solution employée : 1° = 0,00266 de sulfure de sodium.

Enfin les 350 cc. restants sont évaporés à sec et calcinés dans une capsule en fer : sur 5 grammes de sel obtenu, on reprend le degré alcalimétrique.

C. 1° Les *lessives brutes* doivent être prélevées et maintenues pendant l'analyse à 40°, avant leur cristallisation. On en prend la densité en degrés Baumé; puis dans une capsule de platine on en évapore 10 cc., on calcine au rouge et on pèse le résidu.

2° Sur 2 cc. mesurés exactement, on dose la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure en ajoutant de l'eau froide et de l'orangé de méthyle puis titrant à l'acide chlorhydrique normal.

3° On précipite le carbonate par le chlorure de baryum, comme il est dit plus haut, sur 4 cc., et on dose le total de l'oxyde et du sul-

fure : ce dernier est dosé par l'iode sur 2 cc., et on calcule les résultats comme pour la soude brute. Avec le sulfure on dose l'hyposulfite ; l'erreur est négligeable ; on pourrait précipiter le sulfure par un sel de zinc, doser l'hyposulfite seul et le déduire.

4° Le soufre total se détermine en oxydant 5 cc. par un excès de chlorure de chaux et d'acide chlorhydrique : le liquide, qui doit sentir fortement le chlore, est chauffé à l'ébullition, filtré, et précipité par le chlorure de baryum ; on déduit la quantité de sulfate de baryum donnée par le dosage direct de l'acide sulfurique (ce qui donne le sulfate de sodium), et on calcule le reste en soufre : la différence de ce chiffre avec celui qui correspond à l'iode décime donne la moitié du soufre des hyposulfites.

5° Le chlorure de sodium est dosé par liqueur titrée (table 261).

6° On détermine la silice, l'alumine et le fer sur 100 cc. qu'on sursature par l'acide chlorhydrique ; on fait bouillir, on ajoute un excès de sel ammoniac, et d'ammoniaque qu'on chasse par l'ébullition ; on filtre, on lave à l'eau froide (qui bleuit le précipité), on calcine et on pèse le tout ensemble.

7° Enfin, pour le cyanure, on prend de 20 à 100 cc. de lessive, on acidule par l'acide chlorhydrique et on ajoute avec une burette une solution concentrée de chlorure de chaux, en agitant bien, jusqu'à ce qu'une goutte ne donne plus de tache bleue avec une goutte de perchlorure de fer pur (exempt de protosel), sur une soucoupe de porcelaine ; on chasse l'excès de chlore par la chaleur. On ajoute alors une solution normale-décime de sulfate de cuivre cristallisé (12gr,47 par litre) en faisant des essais à la touche avec du sulfate ferreux pur jusqu'à ce que le précipité ne soit plus bleu ou gris, mais nettement rougeâtre, en disparaissant assez vite ; par centimètre cube de sulfate de cuivre employé, on compte 0gr,01013 de ferrocyanure de sodium. Il est utile de titrer la solution de cuivre avec du ferrocyanure de potassium pur, oxydé comme il est dit.

Dans la plupart des usines, on se contente du degré Baumé, de l'alcali (carbonate et oxyde), de l'oxyde et du sulfure. Pour doser ce dernier, on se sert souvent du procédé suivant :

3° *b*. On dissout 27gr,69 d'argent fin dans l'acide nitrique pur ; on évapore à sec, on redissout avec 250 cc. d'ammoniaque et on complète un litre ; à 20 cc. de solution de soude brute, additionnée d'ammoniaque et soumise à l'ébullition, on ajoute la liqueur d'argent jusqu'à ce qu'une tâte filtrée ne donne plus qu'un léger trouble par une goutte de solution d'argent ; 1 cc. de celle-ci correspond à 1 centigramme de Na^2S.

Les sulfates se dosent aussi par un procédé volumétrique assez exact pour les sels alcalins. On dissout 122 grammes de chlorure de baryum cristallisé pour un litre d'eau, et d'autre part 73gr,8 de bichromate de potassium pur pour un litre. Un volume de lessive est traité à l'ébullition par un léger excès d'acide chlorhydrique ; on sursature par l'ammoniaque exempte de carbonates, et on ajoute en faisant bouillir légèrement un volume mesuré et en excès de chlo-

rure de baryum; puis, après un moment, et sans interrompre l'ébullition, on verse le bichromate jusqu'à ce que le liquide clair soit jaune; on retranche du nombre de centimètres cubes de chlorure celui du bichromate, et le reste multiplié par 0,04 donne le poids de l'acide sulfurique.

D. Les *lessives carbonatées* sont analysées comme les précédentes, sauf, bien entendu, l'alcali caustique. On détermine en outre le bicarbonate en versant dans un ballon de 100 cc., 20 cc. de lessive, 10 cc. d'ammoniaque demi-normale, exempte de carbonate, à 8gr,5 de AzH^3 nette par litre, et un excès de chlorure de baryum, complétant le volume avec de l'eau froide. Après repos on filtre 50 cc. juste, qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence d'orangé 3 : soit v le volume d'acide employé; $11\ (10 - v)$ donne en milligrammes la quantité d'acide carbonique à l'état de bicarbonate dans le volume de lessive; d'autre part, le volume d'acide chlorhydrique normal employé à froid, pour 20 cc. de même lessive, et multiplié par 22, donne les milligrammes d'acide carbonique à l'état de carbonate neutre; la somme donne l'acide total.

E. *Marcs de soude.* — Il est nécessaire de prélever avec soin l'échantillon moyen et de le préserver du contact de l'air; on en pèse à l'état humide 50 grammes qu'on fait digérer une demi-heure avec 450 cc. à 40°; on complète 500 cc. et on agite. On prélève 50 cc. qu'on évapore à sec dans une capsule de porcelaine avec du carbonate d'ammonium; on calcine légèrement, on reprend par l'eau, on filtre et on titre par l'acide normal.

On peut doser le soufre en oxydant 2 grammes par le chlorure de chaux et l'acide chlorhydrique, comme nous l'avons expliqué pour les lessives brutes; on déduira l'acide sulfurique préexistant, déterminé sur 2 grammes qu'on fait bouillir avec l'acide chlorhydrique faible. On filtre, on lave à l'acide chlorhydrique faible, on sature à peu près par du carbonate de sodium et on précipite par le chlorure de baryum.

F. *Eaux mères des cristaux.* — On opère comme pour les lessives brutes.

(264) ***Essai des potasses,*** d'après GAY-LUSSAC.

Acide sulfurique à 66°	100 grammes.
Eau distillée pour amener le volume à ..	1 litre.

On pèse 48gr,07 de potasse à essayer; on dissout dans la quantité d'eau nécessaire pour faire 500 cc.

On opère sur 50 cc. de ladite solution additionnée de tournesol, et on y verse la liqueur acide au moyen d'une burette divisée en demi-centimètres cubes.

1/2 centimètre cube = 1 pour 100 de potasse K^2O dans l'échantillon : c'est le degré pondéral.

(265) *Essai d'après* Descroisilles.

La liqueur d'épreuve est la même que dans l'essai précédent.

On pèse 5 grammes de potasse que l'on dissout dans l'eau et que l'on sature en présence du tournesol, par la liqueur acide versée au moyen d'un *alcalimètre* portant 100 divisions dont chacune équivaut à 0gr,500 de liqueur d'épreuve. Le nombre de divisions indique le degré alcalimétrique.

Pour la conversion des titres, voir table **268**.

(266) *Essai des soudes.*

Pour l'essai, on pèse 31gr,63 de carbonate de sodium et on fait 500 cc. de solution. On opère exactement comme pour l'essai de potasse. On obtient ainsi la quantité de Na^2O pour 100.

L'essai alcalimétrique des soudes se pratique sur 5 grammes, comme celui des potasses.

Avec le système des liqueurs normales, on dissout 53 grammes de matière dans 1 litre d'eau, et du liquide clarifié par le repos on prend 50 cc. qu'on titre avec l'acide normal dont 1/2 cc. = 1 pour 100 de Na^2CO^3.

Pour l'analyse complète, on dose en outre le résidu insoluble, la soude caustique, le chlorure, le sulfure, le sulfite et le sulfate de sodium, d'après la table **263** et le fer d'après **226** en le réduisant par le zinc.

(267) *Analyse des potasses.*

On dessèche 10 grammes de produit sur un bec de gaz jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, et on détermine la perte du poids, qui est l'humidité. On dissout le résidu dans l'eau chaude, on filtre sur un filtre taré, on complète avec les eaux de lavage 500 cc.; et le filtre est desséché, incinéré et le résidu insoluble pesé. Sur 50 cc. de liqueur on détermine l'alcalinité en carbonate de potassium, par l'acide normal. Dans 50 cc. on dose le chlore, en calculant en chlorure de potassium; sur 100 cc. l'acide sulfurique (le poids de sulfate de baryum $\times$ 0,7474 donne le poids du sulfate de potassium correspondant), ou par liqueur titrée (263); enfin on dose la potasse, soit par le chlorure de platine, soit d'après **355**. La différence entre la potasse totale et la somme du sulfate et du chlorure de potassium est calculée en carbonate de potassium, et le reste de l'alcalinité est alors calculé en carbonate de sodium.

Pour le dosage de la potasse dans les chlorures et sulfates, voyez 355.

(268) *Potasse. — Conversion des titres alcalimétrique et pondéral.*

Titre pondéral en alcalimétrique.					
Pondéral.	Alcali-métrique.	Pondéral.	Alcali-métrique.	Pondéral.	Alcali-métrique.
1	1,04	9	9,36	45	46,81
2	2,08	10	10,40	50	52,01
3	3,12	15	15,60	55	57,21
4	4,16	20	20,80	60	62,41
5	5,21	25	26	65	67,61
6	6,24	30	31,20	70	72,81
7	7,28	35	36,41	75	78,01
8	8,32	40	41,61	80	83,21

Alcalimétrique en pondéral.					
Alcali-métrique.	Pondéral.	Alcali-métrique.	Pondéral.	Alcali-métrique.	Pondéral.
1	0,96	9	8,65	45	43,26
2	1,92	10	9,61	50	48,07
3	2,88	15	14,42	55	52,88
4	3,85	20	19,23	60	57,68
5	4,81	25	24,03	65	62,49
6	5,77	30	28,84	70	67,30
7	6,73	35	33,65	75	72,10
8	7,69	40	38,46	80	76,94

(269) *Dosage des alcalis, d'après* FRESENIUS et WILL.

Dans un appareil à doser l'acide carbonique par différence de poids, soit celui de Fresenius et Will, de Wurtz, de Geissler, ou tout autre, destiné au même but, on introduit un poids de carbonate égal à $6^{gr},285$ de carbonate de potassium, $4^{gr},822$, pour celui de sodium et $4^{gr},545$ pour celui de calcium; on ajoute un excès d'acide dans le tube à robinet de l'appareil de Geissler, ou de l'acide sulfurique concentré dans le second ballon des autres appareils et on pèse le tout, puis on fait arriver l'acide sur le carbonate.

Quand le dégagement a cessé, on chauffe l'appareil vers 60° au bain-marie, en faisant arriver dans le ballon à décomposition de l'air sec qui entraîne l'acide carbonique et sort séché par le tube à acide sulfurique. On pèse l'appareil refroidi et la moitié du nombre de centigrammes perdus par l'appareil donne la quantité pour 100 de carbonate.

(270) *Table donnant la richesse de la soude en carbonate de sodium sec à* n °/₀ *ou à* n *degrés.*

La première colonne indique la richesse centésimale en soude Na^2O, calculée d'après l'équivalent exact ou le demi-poids moléculaire de l'oxyde de sodium, 31. Elle correspond à ce qu'en France on nomme degrés de Gay-Lussac ; c'est le degré pondéral.

La seconde colonne donne les quantités de carbonate de sodium (CO^3Na^2) qui correspondent aux quantités d'oxyde (Na^2O) de la première colonne. En Allemagne, en Russie, etc., la soude calcinée est vendue suivant sa richesse centésimale en carbonate de sodium.

La troisième colonne contient la richesse centésimale en oxyde Na^2O, d'après l'épreuve anglaise, qui est basée sur l'ancien équivalent encore usité dans le commerce de la soude ou sur le demi-poids moléculaire, 32.

La quatrième colonne donne les degrés correspondants de l'alcalimètre de Descroizilles. Ces degrés indiquent combien de parties en poids d'acide sulfurique monohydraté SO^4H^2 sont neutralisées par 100 parties de la substance essayée.

Les degrés Descroizilles s'appliquent évidemment tout aussi bien à la soude caustique qu'à la soude carbonatée. C'est ainsi que 3gr,875 de Na^2O, 5 grammes de NaHO et 6gr,625 de CO^3Na^2 présentent le même titre alcalimétrique exigeant la même quantité de SO^4H^2, soit 6gr,125 pour la saturation.

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.
30,0	51,29	30,39	47,42	37,5	64,11	37,99	59,27
30,5	52,14	30,90	48,21	38,0	69,97	38,50	60,06
31,0	53,00	31,41	49,00	38,5	65,82	39,00	60,85
31,5	53,85	31,91	49,79	39,0	66,68	39,51	61,64
32,0	54,71	32,42	50,58	39,5	67,53	40,02	62,43
32,5	55,56	32,92	51,37	40,0	68,39	40,52	63,22
33,0	56,42	33,43	52,16	40,5	69,24	41,03	64,01
33,5	57,27	33,94	52,95	41,0	70,10	41,54	64,81
34,0	58,13	34,44	54,74	41,5	70,95	42,04	65,60
34,5	58,98	34,95	54,53	42,0	71,81	42,55	66,39
35,0	59,84	35,46	55,32	42,5	72,66	43,06	67,18
35,5	60,69	35,96	56,11	43,0	73,52	43,57	67,97
36,0	61,55	36,47	56,90	43,5	74,37	44,07	68,76
36,5	62,40	36,98	57,69	44,0	75,23	44,58	69,55
37,0	63,26	37,48	58,48	44,5	76,08	45,08	70,34

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.
45,0	76,95	45,59	71,13	61,5	105,15	62,31	97,21
45,5	77,80	46,10	71,92	62,0	106,01	62,82	98,00
46,0	78,66	46,60	72,71	62,5	106,86	63,32	98,79
46,5	79,51	47,11	73,50	63,0	107,72	63,83	99,58
47,0	80,37	47,62	74,29	63,5	108,57	64,33	100,37
47,5	81,22	48,12	75,08	64,0	109,43	64,84	101,16
48,0	82,07	48,63	75,87	64,5	110,28	65,35	101,95
48,5	82,93	49,14	76,66	65,0	111,14	65,85	102,74
49,0	83,78	49,64	77,45	65,5	111,99	66,36	103,53
49,5	84,64	50,15	78,24	66,0	112,85	66,87	104,32
50,0	85,48	50,66	79,03	66,5	113,70	67,37	105,11
50,5	86,34	51,16	79,82	67,0	114,56	67,88	105,90
51,0	87,19	51,67	80,61	67,5	115,41	68,39	106,69
51,5	88,05	52,18	81,40	68,0	116,27	68,89	107,48
52,0	88,90	52,68	82,19	68,5	117,12	69,40	108,27
52,5	89,76	53,19	82,98	69,0	117,98	69,91	109,06
53,0	90,61	53,70	83,77	69,5	118,83	70,41	109,85
53,5	91,47	54,20	84,56	70,0	119,69	70,92	110,64
54,0	92,32	54,71	85,35	70,5	120,53	71,43	111,43
54,5	93,18	55,22	86,14	71,0	121,39	71,93	112,23
55,0	94,03	55,72	86,93	71,5	122,24	72,44	113,02
55,5	94,89	56,23	87,72	72,0	123,10	72,95	113,81
56,0	95,74	56,74	88,52	72,5	123,95	73,45	114,60
56,5	96,60	57,24	89,31	73,0	124,81	73,96	115,39
57,0	97,45	57,75	90,10	73,5	125,66	74,47	116,18
57,5	98,31	58,26	90,89	74,0	126,52	74,97	116,97
58,0	99,16	58,76	91,68	74,5	127,37	75,48	117,76
58,5	100,02	59,27	92,47	75,0	128,23	75,99	118,55
59,0	100,87	59,77	93,26	75,5	129,08	76,49	119,34
59,5	101,73	60,28	94,05	76,0	129,94	77,00	120,13
60,0	102,58	60,79	94,84	76,5	130,79	77,51	120,92
60,5	103,44	61,30	95,63	77,0	131,65	78,01	121,71
61,0	104,30	61,80	96,42	77,5	132,50	78,52	122,50

(271) *Procédé de* GRAEGER *pour la détermination de la soude dans les potasses.*

On dissout une prise d'essai de $6^{gr},911$ dans 100 centimètres cubes d'eau, on recueille et pèse les matières insolubles, on dose volumétrique-

ment dans une portion de la liqueur l'acide sulfurique et chlorhydrique combinés, on les transforme par le calcul en sels de potassium, et on conclut par différence le poids des carbonates alcalins purs.

On procède ensuite au titrage du carbonate à l'aide d'une solution normale d'acide nitrique (63^{gr} AzO^3H par litre, correspondant, à 69^{gr}, CO^3K^2). Le rapport des carbonates est donné par la table ci-dessous.

CO^3K^2.	CO^3Na^2.	Acide normal.	CO^3K^2.	CO^3Na^2.	Acide normal.
—	—	—	—	—	—
$1^{gr},00$	+ 0,00 exige	$14^{cc},47$	$0^{gr},45$	+ 0,55 exige	$16^{cc},89$
0 ,95	+ 0,05	14 ,69	0 ,40	+ 0,60	17 ,11
0 ,90	+ 0,10	14 ,92	0 ,35	+ 0,65	17 ,33
0 ,85	+ 0,15	14 ,14	0 ,30	+ 0,70	17 ,55
0 ,80	+ 0,20	15 ,35	0 ,25	+ 0,75	17 ,76
0 ,75	+ 0,25	15 ,57	0 ,20	+ 0,80	17 ,97
0 ,70	+ 0,30	15 ,79	0 ,15	+ 0,85	18 ,19
0 ,65	+ 0,35	16 ,01	0 ,10	+ 0,90	18 ,40
0 ,60	+ 0,40	16 ,23	0 ,05	+ 0,95	18 ,62
0 ,55	+ 0,45	16 ,45	0 ,00	+ 1,00	18 ,84
0 ,50	+ 0,50	16 ,67			

Section IV. — Manganèses, Chlorométrie et Blanchiment.

(272) *Essai du chlorure de chaux par la méthode* GAY-LUSSAC.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau pour faire 1 litre

On pèse $13^{gr},960$ acide arsénieux vitreux et on les dissout dans HCl, puis on ajoute de l'eau pour faire 1 litre.

Ou bien on opère de la même façon avec $4^{gr},439$ seulement d'acide arsénieux (chiffres de Gay-Lussac), ou $4^{gr},425$, chiffres rectifiés.

On verse dans un verre 10 cc. de la liqueur arsénieuse avec une goutte d'indigo, et l'on ajoute la liqueur chlorée avec une burette jusqu'à décoloration. La quantité employée contenait 1 décigramme de chlore si l'on a pris la liqueur à $13^{gr},96$ d'acide arsénieux et 10 cc. de gaz chlore si l'on a choisi l'autre.

On divisera donc 1000 (degrés français) par le nombre de centimètres cubes de liqueur à $4^{gr},439$, ou 100 (degrés anglais) par volume employé en centimètres cubes de l'autre liqueur; le quotient sera le degré. La burette chlorométrique donne directement le degré français. Le chlorure de chaux sec marque 90 à 130^0.

(273) *Méthode de* Penot.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau de façon à faire 1 litre.

On pèse $4^{gr},425$ d'acide arsénieux vitreux, qu'on dissout, au moyen du bicarbonate de sodium, dans l'eau, de façon à faire 1 litre.

On verse dans un verre 10 cc. de liqueur chlorée, puis, avec une burette, la liqueur arsénieuse jusqu'à ce qu'une goutte du liquide ne colore plus le papier ioduré ci-dessous. On peut dépasser à dessein ce terme et revenir avec une liqueur titrée d'iode, après avoir ajouté de l'amidon.

1 cc. de liqueur arsénieuse correspond à $0^{gr},00317763$ de chlore, ou 10 cc. de gaz chlore, ou à 10° français.

Dans le système des liqueurs normales, on pèse $7^{gr},1$ de chlorure de chaux bien mélangé, on broie avec de l'eau, on introduit la bouillie dans un matras de 1 litre, on remplit jusqu'au trait, et à 50 cc. on ajoute la solution arsenicale normale décime en essayant au papier ioduré. Le nombre de centimètres cubes employés donne le degré anglais.

La liqueur titrée se prépare en faisant bouillir $4^{gr},95$ d'acide arsénieux pur avec 10 grammes de bicarbonate de sodium et 300 cc. d'eau environ; après refroidissement on ajoute à la solution 10 grammes de bicarbonate et on complète 1 litre. Cette solution correspond volume à volume avec celle d'iode décime (table 255).

On peut aussi ajouter un volume mesuré d'arsénite, dont on titre l'excès par l'iode décime en présence d'amidon.

(274) *Préparation du papier à l'iodure de potassium, d'après* Fresenius.

On pèse 3 grammes d'amidon, on les délaye dans 250 cc. d'eau froide et l'on porte à l'ébullition en remuant: on ajoute ensuite 1 gramme d'iodure de potassium et 1 gramme de carbonate de sodium, puis la quantité d'eau nécessaire pour compléter 1 litre. Dans la solution on trempe du papier (non collé), on le laisse sécher et on le conserve dans un flacon fermé.

Le papier fraîchement imprégné de cette solution est plus sensible qu'après dessiccation.

(275) *Méthode de* Bunsen.

On verse 25 cc. de la solution précédente de chlorure de chaux dans un vase à fond plat, on ajoute 2 grammes d'iodure de potassium en solution, on acidifie avec l'acide chlorhydrique et on dose l'iode mis en liberté, par l'hyposulfite de sodium titré (liqueur normale). (Voy. table 255).

(276) *Conversion des degrés chlorométriques anglais et français.*

Le degré français indique combien 1 kilogramme de chlorure de chaux donne de litres de chlore à 0° et à 760mm de pression.

Le degré anglais indique la quantité en poids de chlore actif dans 100 parties de chlorure de chaux. — C'est le degré employé en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.
63	20,02	80	25,42	97	30,82	114	36,22
64	20,34	81	25,74	98	31,14	115	36,54
65	20,65	82	26,06	99	31,46	116	36,86
66	20,97	83	26,37	100	31,78	117	37,18
67	21,29	84	26,69	101	32,09	118	37,50
68	21,61	85	27,01	102	32,41	119	37,81
69	21,93	86	27,33	103	32,73	120	38,13
70	22,24	87	27,65	104	33,05	121	38,45
71	22,56	88	27,96	105	33,36	122	38,77
72	22,88	89	28,28	106	33,68	123	39,08
73	23,20	90	28,60	107	34,00	124	39,40
74	23,51	91	28,92	108	34,32	125	39,72
75	23,83	92	29,23	109	34,64	126	40,04
76	24,15	93	29,55	110	34,95	127	40,36
77	24,47	94	29,87	111	35,27	128	40,67
78	24,79	95	30,19	112	35,59		
79	25,10	96	30,51	113	35,91		

(277) *Essai de manganèse.*

On reçoit dans une solution étendue de potasse le chlore dégagé par l'action d'un certain poids de bioxyde de manganèse sur l'acide chlorhydrique, et l'on dose le chlore comme ci-dessus.

1gr,2267 MnO^2 donnent 1 gramme de chlore.

(278) *Méthode* Fresenius *et* Will.

On prend 2gr,966 de peroxyde de manganèse à essayer et on l'introduit dans l'appareil Fresenius. On ajoute 7gr,500 d'oxalate neutre de potassium, on remplit l'appareil au tiers d'eau, et l'on pèse; puis l'on fait arriver l'acide sulfurique sur le manganèse.

Il se dégage de l'acide carbonique qu'on expulse en observant les précautions décrites à la table **269**. La perte de poids éprouvée par l'appareil représente le poids de l'acide carbonique dégagé. Ce poids comprend l'acide carbonique des carbonates et celui formé par oxydation de l'acide oxalique; la première quantité étant dosée à part ou dans la même opération avant l'addition de l'oxalate, on trouve par différence le poids de l'acide carbonique correspondant au peroxyde de manganèse. Le tiers de ce poids exprimé en centigrammes donne la quantité pour 100 de peroxyde de manganèse pur.

(279) *Essai des manganèses.*

1° L'eau se dose par dessiccation à 100° (120° d'après Fresenius).

2° On dose l'acide carbonique soit d'après la table **269**, soit en mettant un poids déterminé, 3 à 10 grammes, de manganèse dans un ballon muni d'un tube de sûreté et relié à un système de tubes absorbants composé de : 1° un tube à chlorure de calcium (non alcalin); 2° un tube à pierre ponce imprégnée de sulfate de cuivre et desséchée; 3° un tube à chlorure de calcium ; 4° un tube à chaux sodée; 5° un tube dont la première branche est garnie de chaux sodée et l'autre de chlorure de calcium; enfin 6° un tube pareil, mais dont le chlorure de calcium est disposé dans la première branche. On pèse les tubes 4 et 5 avant et après l'opération. On dispose en avant de l'appareil un tube pareil au n° 6, et par le tube de sûreté on fait arriver au moyen d'un entonnoir 10 à 15 cc. d'acide sulfurique faible, à 10 pour 100; on réunit alors le tube de sûreté au tube en U par un caoutchouc, et, à l'aide d'un aspirateur, on fait passer un lent courant d'air à travers l'appareil, en chauffant modérément le contenu du ballon. On surveille l'échauffement du tube 4 qui indique la vitesse de l'absorption. Il ne reste plus, après refroidissement complet, qu'à peser les tubes 4 et 5, dont l'augmentation de poids correspond à l'acide carbonique.

3° *Dosage du bioxyde.* — On pèse 1gr,0875 de peroxyde finement pulvérisé, on l'introduit dans un ballon dont le bouchon porte une soupape en caoutchouc. On ajoute exactement 75 cc. d'une solution renfermant par litre 100 grammes juste de sulfate ferreux et 100 grammes d'acide sulfurique, titré le jour même par rapport au permanganate demi-normal (15gr par litre). On bouche le ballon, que l'on chauffe jusqu'à ce que le dépôt ne soit plus brun. Après refroidissement, on ajoute 200 cc. d'eau et on dose le fer restant : la différence des volumes employés de permanganate demi-normal est calculée en peroxyde de manganèse, en comptant pour 1 cc., 0,02175 de peroxyde, soit 2 pour 100. Si on n'a que peu d'essais à faire, il vaut mieux dissoudre deux portions égales de 0gr,5 de fer pur (longueurs égales de fil de clavecin) dans l'acide sulfurique étendu et chaud, ajouter à l'une des solutions 0gr,5 de peroxyde de manganèse, et titrer les deux au permanganate; la différence des volumes employés est calculée en fer métallique, par un calcul de proportion; et pour 1 de fer on compte 0,7768 de peroxyde de manganèse.

Autre méthode. — On pèse 0gr,500 de peroxyde de manganèse, qu'on verse dans 25 cc. d'acide oxalique titré (table **254**) ; on ajoute de l'eau, puis on acidifie fortement par l'acide sulfurique; on chauffe pour chasser l'acide carbonique, enfin on titre l'excès d'acide oxalique par le permanganate de potassium.

1 cc. d'acide oxalique normal détruit correspond à 43mgr,5 de peroxyde de manganèse.

4° *Acide chlorhydrique consommé.* — Dans un ballon on introduit 1 gramme de peroxyde de manganèse et 10 cc. d'acide chlorhy-

drique ordinaire, servant à la fabrication du chlore, et dont on a établi le titre au préalable avec une lessive alcaline double-normale (ou plus forte). On ferme avec un bouchon de caoutchouc muni d'un tube de 8 millimètres au moins de diamètre intérieur et de 1m,50 de long; on fait bouillir et, après refroidissement, on titre le contenu du ballon avec la même lessive alcaline, en s'arrêtant quand il se forme des flocons de peroxyde de fer (inutile d'ajouter un indicateur). De la différence des titres on calcule la quantité d'acide chlorhydrique consommé.

(280) *Procédé Weldon.*

On rend la boue bien homogène par agitation, et l'on puise les volumes voulus avec des pipettes à un seul trait qu'on lave extérieurement avant d'affleurer au trait; on laisse couler et on lave l'intérieur de la pipette pour ne rien perdre.

1° *Dosage du bioxyde.* — Dans 25 cc. de fer (table 279, 3°) titré au permanganate demi-normal, on laisse couler 10 cc. de la boue, mesurés avec les précautions indiquées; on lave l'intérieur de la pipette; l'on ajoute encore 100 cc. d'eau et on titre au permanganate demi-normal; la différence des volumes de permanganate, multipliée par 2,175, donne la teneur de peroxyde en grammes par litre. En Angleterre, on ramène en livres (453gr,5) par pied cube (28 litres, 315) : pour cela on multiplie par 0,0624 le nombre de grammes par litre.

2° *Manganèse total.* — On mesure 10 cc. de boue, qu'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré; quand le chlore est chassé, on sature exactement par la soude ou le marbre pilé, on fait bouillir, on ajoute par petites portions du chlorure de chaux jusqu'à ce que la liqueur se colore en rose par une trace de permanganate, qu'on détruit à l'aide de quelques gouttes d'alcool; on filtre le peroxyde formé, on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ne bleuisse plus le papier à l'iodure amidonné. Le filtre et son contenu sont alors transportés dans 25 cc. de sulfate de fer (50 si le précipité brun n'est pas complètement dissous), et on titre au permanganate demi-normal; on calcule en grammes de peroxyde de manganèse par litre (voyez 1°).

3° *Bases totales.* — On dilue 25 ou 50 cc. d'acide oxalique normal à 100 cc., on chauffe à 50°-60°, on ajoute 10 cc. de boue en agitant jusqu'à ce que le précipité soit blanc pur : on dilue à 202 cc. (dont 2 cc. pour le volume du précipité), on filtre et on titre 100 cc. de liquide clair avec la potasse normale.

Soit x et y le nombre de cc. de permanganate consommé en 1, y après l'action du peroxyde; le peroxyde correspondant consomme un volume d'acide oxalique égal à la moitié de $x-y$ pour se réduire, et à la moitié de $x-y$ pour former un sel de protoxyde (le permanganate étant demi-normal et l'acide oxalique étant normal), soit $x-y$. D'autre part, les bases ont consommé une partie de l'acide oxalique; il en reste z, équivalent à la soude dépensée; mais comme on n'a opéré que sur la moitié du liquide, il convient de doubler ce volume et de prendre $2z$. La quantité d'acide oxalique absorbée par les bases m est donc

25 (ou 50) $+ y - (x + 23)$, et on appelle base dans le procédé Weldon le rapport $\frac{2m}{x-y}$.

4° *Chlorures acides.* — On dose l'acide restant dans les solutions épuisées de chlore au moyen d'une solution de soude demi-alcalimétrique (dont 1 litre équivaut à 50 grammes d'acide sulfurique), et qu'on verse au moyen d'une burette alcalimétrique dans 10cc. de chlorure.

5° *Chlorures neutralisés.* — On en traite 25 cc., pour y doser le manganèse, comme en 2°.

Section V. — Verrerie, Céramique, Porcelaine, Poteries, Faïences.

Verres.

(281) *Verres blancs et denses.*

Cristal; densité = 3,25.		Flint-glass; densité = 3,60.	
Sable pur	300	Sable pur	300
Carbonate de potassium pur	100	Carbonate de potassium pur	150
Minium	200	Minium	300
Acide arsénieux	petites quantités	Nitre	petites quantités
Bioxyde de manganèse	petites quantités	Acide arsénieux	petites quantités
		Bioxyde de manganèse	petites quantités

(282) *Verre soluble fondu dans un creuset de terre.*

15 parties de sable, 10 parties de carbonate de potassium, 1 partie de charbon.

(283) *Verre à bouteilles;* densité = 2,75.

Sable jaune	100	Argile jaune	100
Soude naturelle	40	Rognures de verre	100
Cendres alcalines	200		

(284) *Verres blancs à base de soude.*

Verre à glaces; densité = 2,49.		Verre à vitres; densité = 2,64.	
Sable blanc	300	Sable	100
Carbonate de sodium	100	Sulfate de sodium	53
Chaux éteinte	40	Charbon	53
Rognures de verre	300	Chaux éteinte	6
		Rognures de verre	*ad libitum.*

(285) *Verres blancs légers à base de potasse.*

Verre de Bohême; densité = 2,39.		Crown-glass; densité = 2,48.	
Quartz	100	Quartz	100
Potasse (commerce) purif.	50 à 60	Potasse	60 à 65
Chaux calcinée	15 à 20	Chaux	20 à 25
Acide arsénieux	en petites quantités	Acide arsénieux	en petites quantités
Nitre	en petites quantités	Nitre	en petites quantités

(286) *Coloration des verres.*

Les oxydes métalliques colorent différemment les verres, suivant que ceux-ci sont à base de potasse, de soude ou de plomb.

Oxyde colorant.	Potasse.	Soude.	Plomb.
Argent	Jaune ou orange.	Jaune ou orange.	
Chrome (sesqui)	Vert-jaunâtre franc.	Vert d'herbe.	Vert-rougeâtre.
Cobalt (proto)	Bleu-verdâtre.	Bleu-violacé.	Bleu pur.
Cuivre (proto)	Rouge-pourpre.	Rouge-pourpre jaune.	Rouge-sang.
— (bi)	Bleu céleste.	Bleu-ciel verdâtre.	Vert.
Fer (proto)	Bleu-verdâtre.	Vert-bleuâtre.	Vert jaunâtre.
— (sesqui)	Vert-bouteille jaunâtre.	Vert-bouteille.	Vert-jaune sombre.
Manganèse (bi)	Améthyste brillant.	Violet-rougeâtre sombre.	Violet-rougeâtre.
Nickel (proto)	Améthyste sombre.	Violet-jaunâtre.	Violet-bleu.
Or (Cassius)	Rouge ou rose.	Bleu, brun par réflexion.	Rouge ou rose.
Urane	Jaune-serin, très dichr.	Vert-jaunâtre, peu dichr.	Topaze.
—			
Charbon et soufre	Jaune d'or.	Jaune pâle.	Noir.
Antimoniate de plomb.	Blanc, transparent à chaud.	Blanc opaque.	Orange opaque.

Un mélange de protoxyde de fer et de bioxyde de manganèse donne, suivant les proportions, un vert-jaune vif, un jaune clair ou un brun-orange foncé. On obtient des verts en unissant les peroxydes de fer et de manganèse au protoxyde de cobalt.

Les aventurines sont des verres qui renferment dans la masse des oxydes ou des sels cristallisés.

(287) *Analyse des verres.*

On essaye d'abord si le verre renferme du plomb, en en chauffant un morceau gros comme une lentille dans la flamme réductrice d'un chalumeau, jusqu'à fusion. Le verre plombifère devient noir.

Dans un verre formé de plusieurs couches superposées on peut déterminer celles qui renferment du plomb en en chauffant au rouge (sans fondre) un fragment dans un tube en verre de Bohême traversé par un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène ; la couche plombifère, si mince soit-elle, devient noire.

Les émaux à l'étain prennent à la surface un reflet noirâtre qui disparaît en chauffant dans la flamme directe du chalumeau. Dans les mêmes conditions, les verres teintés au bioxyde de cuivre deviennent rouges. Les verres rouges à l'or ou au cuivre deviennent incolores s'ils sont refroidis brusquement, et ne reprennent leur couleur que par le recuit. Les verres rouges au cuivre, étirés, se décolorent.

Enfin on doit se souvenir que, dans le même creuset, les différentes couches de verre n'ont pas la même composition.

Le verre est pulvérisé très finement, puis porphyrisé au mortier d'agate.

Dans un creuset en platine (en fer pour le verre plombeux) on attaque 1gr environ de verre par 5 à 6 parties de carbonate potassico-sodique, en chauffant progressivement et terminant sur le chalumeau à gaz ; on continue comme il est dit table 297 pour le dosage de la silice totale qu'on pèse. Pour des verres plombeux, on remplace l'acide chlorhydrique par l'acide nitrique.

Dans la liqueur filtrée on dose le plomb par l'hydrogène sulfuré, puis la baryte et la chaux à l'état de sulfates.

L'alumine, le fer et le manganèse se dosent généralement ensemble, en concentrant le liquide précédent et précipitant par l'ammoniaque. On peut doser séparément l'alumine et le fer en neutralisant la solution par l'ammoniaque en léger excès, redissolvant le trouble dans une goutte d'acide chlorhydrique et faisant bouillir avec un excès d'acétate d'ammonium. On filtre bouillant. Le précipité est redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité de la même manière ; on réunit les deux liquides et on y précipite le manganèse par un courant de chlore à 60° ; on le pèse ou on le dose volumétriquement (table 279). L'alumine et le fer sont calcinés, fondus à la potasse, puis redissous dans un acide : on réduit le fer par le zinc et on le dose au permanganate.

La magnésie se dose enfin par le phosphate de sodium.

Enfin on attaque 1gr de verre par les acides fluorhydrique et sulfurique, on calcine au rouge faible, on redissout dans l'acide chlorhydrique dilué, qui ne doit pas laisser de résidu. La solution est précipitée par le chlorure de baryum, puis sursaturée par l'ammoniaque et précipitée par le carbonate d'ammonium ; après repos, on filtre et on lave. La liqueur est évaporée et le résidu calciné ; s'il y a de la ma-

gnésie, on s'en débarrasse par un lait de chaux, suivi d'une précipitation par l'oxalate d'ammonium. Après calcination, le résidu ne renferme plus que les chlorures de potassium et de sodium ; on dose le potassium par le chlorure de platine ou d'après la table 356, ou bien on détermine volumétriquement le chlore et on calcule les alcalis

(288) Poteries, Porcelaines, Grès, Faïences, Émaux.

Généralités. — Classification. — Les poteries sont composées d'un élément plastique et d'un élément dégraissant ou antiplastique ; elles sont poreuses ou demi-vitrifiées, suivant la proportion de leurs éléments et la température de la cuisson.

Les vernis, émaux ou couvertes sont destinés à rendre imperméables les premières et à donner du poli à la surface des secondes.

Les poteries proprement dites se divisent en deux catégories :

Les *poteries infusibles*, ne se ramollissant pas lorsqu'elles sont exposées à de hautes températures : *Porcelaines*, *Faïences fines*, *Grès*, dites *kaoliniques* et *plastiques*.

Les *poteries fusibles* se frittant assez facilement : *Terres cuites*, *Faïences ordinaires*, dites *figulines* et *marneuses*.

(289) *Tableau donnant la composition élémentaire de la porcelaine actuelle de Sèvres.*

Matières employées.		Fournissant			
Poids.	Désignation.	Silice.	Alumine.	Chaux et magnésie.	Potasse et soude.
63,70	Argile de kaolin argileux.	35,52	26,20	0,70	1,28
15,33	Sable de kaolin cailloutеux.	12,30	2,13	0,15	0,75
17,88	Sable de kaolin argileux.	10,02	6,17	0,72	0,97
0,16	Sable d'Aumont.	0,16	»	»	»
2,93	Chaux (=5,22 craie)	»	»	2,93	»
100,00		58,00	34,50	4,50	3,00

Le *kaolin argileux* est constitué par la partie la plus fine et la plus pure d'un kaolin déjà très pur naturellement.

(290) COMPOSITION DE L'ANCIENNE PORCELAINE TENDRE FRANÇAISE.

Craie	17	
Marne calcaire d'Argenteuil	8	
Sable de Fontainebleau	60	Fritte composée
Nitre fondu	22	Fritte composée
Sel gris	7,2	Fritte composée
Alun	3,6	Fritte composée
Soude d'Alicante	3,6	Fritte composée
Gypse	3,6	Fritte composée
	100.	

Couverte.

Sable calciné de Fontainebleau	27
Silex calciné	11
Litharge	38
Carbonate de potasse	15
Carbonate de soude	9
	100.

COMPOSITION DE LA PORCELAINE TENDRE ANGLAISE.

Kaolin argileux lavé	11
Argile plastique	19
Quartz	21
Os calciné (phosphate de chaux)	49
	100.

Couverte.

Feldspath	42,8
Minium	10
Quartz	8
Borax non calciné	18,7
Verre à cristal	20,5
	100,0

(291) *Grès cérames.*

Les *grès cérames* se distinguent de la porcelaine en ce qu'ils ne sont pas translucides, qu'ils ne résistent pas aux changements brusques de température; cependant, comme elle, ils sont demi-vitrifiés, durs et presque imperméables.

Le *grès cérame fin* est formé d'argile fine bien lavée, de kaolin et de feldspath. La glaçure est de nature vitro-plombeuse, elle est demi-vitrifiée, et sa pâte est fine et homogène.

COMPOSITION FONDAMENTALE DU GRÈS CÉRAME FIN.

Argile plastique (de Dreux)	25
Kaolin argileux (de St-Yrieix)	25
Feldspath . . . . . id.	50
	100

GLAÇURE VITRO-PLOMBEUSE POUR LE GRÈS CÉRAME FIN.

Feldspath	35
Sable quartzeux	25
Minium	20
Potasse	5
Borax anhydre	15
	100

Le *grès cérame commun* est composé d'argile plastique non lavée et de sable quartzeux; il n'est pas translucide, mais il est demi-vitrifié comme la porcelaine, et il est presque imperméable.

La couverte s'obtient généralement en jetant dans le four du chlorure de sodium humide.

(292) *Faïences.*

La *faïence fine* diffère de la porcelaine et du grès en ce qu'elle n'est i vitrifiée, ni translucide : elle se compose d'argile plastique lavée et e quartz; lorsqu'elle contient de la chaux elle porte le nom de *terre e pipe.*

La faïence est infusible et a toujours une glaçure, sa pâte étant très-perméable.

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (FAÏENCE CAILLOUTÉE.)

Argile plastique	87
Silex	13
	100

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (TERRE DE PIPE).

Argile plastique	85,4
Silex	13,0
Chaux	1,6
	100,0

Glaçure pour faïence cailloutée.

Sable quartzeux	36
Minium	45
Carbonate de soude	17
Nitre	2
Bleu de Cobalt	0,001
	100,001

Glaçure pour la terre de pipe.

Feldspath calciné	7
Sable	30
Minium	30
Litharge	27
Borax	3
Cristal	3
	100

(293) *Poteries.*

La *poterie ordinaire vernissée* est fabriquée avec une pâte homogène fusible, opaque, colorée, et poreuse bien qu'à cassure vitreuse : elle est formée de marne argileuse, d'argile figuline et de sable : son vernis est un silicate alumino-plombeux.

COMPOSITION D'UNE PATE À POTERIE COMMUNE VERNISSÉE.

Argile plastique non lavée	80
Sable siliceux un peu marnifère	20
	100

COMPOSITION DU VERNIS

	Jaune.	Brun.	Vert.
Argile plastique de Vanves	16	15	16
Sable siliceux de Belleville	14	15	16
Minium	70	64	65
Peroxyde de manganèse	»	6	»
Battitures de cuivre rouge	»	»	3

La *poterie émaillée* se distingue de la précédente par son vernis qui, étant opaque, est considéré comme un émail; plus le prix de la poterie est élevé, plus ses principes constituants sont soignés. Les émaux employés sont généralement de deux sortes, l'émail plombifère qui est brun et l'émail stanifère qui est blanc.

(294) *Composition des diverses argiles employées dans la fabrication des poteries.*

Provenance.	Eau hygrométrique.	Argiles séchées à 100°.						
		Eau combinée	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Alcalis.
Arcueil	»	11,01	62,14	22,00	3,09	1,68	traces	traces
Belin	1,27	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	traces	»
Condé	10,87	16,48	44,50	33,00	1,91	1,34	0,60	traces
Forges-les-Eaux	»	11,00	65,00	24,00	traces	»	»	»
Hayanges	»	7,50	66,10	19,80	6,30	»	»	»
Retourne-Loup	2.27	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	»
Saveignies	»	»	65,00	31,00	1,00	traces	2,00	»
Strasbourg	»	12,00	66,70	18,20	1,60	»	0,60	»
Vaugirard	»	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	»
Helimybory	»	9,00	61,00	24,00	7,50	0,50	»	»
Devonshire	»	11,20	49,60	37,40	»	»	»	»
Stonebridge	»	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	»	»
Hesse	0,43	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00	traces

(295) *Argiles, Chaux, Ciments hydrauliques et Pouzzolanes.*

Les argiles proviennent de la décomposition des feldspaths; le *kaolin*, qui peut être considéré comme le type des argiles, est un silicate d'alumine hydraté.

Les argiles sont divisées suivant leur propriété en :

Argiles plastiques donnant des pâtes très-longues et infusibles :
— smectiques, donnant des pâtes peu ductiles et fondant à la température du four à porcelaine;
— figulines, donnant des pâtes un peu grasses et plus fusibles, à cause de la chaux et de l'oxyde de fer qu'elles renferment;
— marnes, donnant des mélanges d'argiles et de carbonate de calcium, et délitables dans l'eau ;
— ocres, ou argiles colorées en rouge par l'oxyde de fer.

Les chaux cuites se divisent : En chaux grasses ou presque pures ;
Chaux maigres, riches en sable quartzeux et en oxyde de fer;
Chaux hydrauliques, renfermant une certaine proportion d'argile ;
Ciments ou chaux hydrauliques, contenant 30 ou 40 p. 100 d'argiles.

Les matériaux hydrauliques, lorsqu'ils sont cuits, sont de véritables silicates de chaux et d'alumine.

Terres cuites. — On désigne sous ce nom les pâtes ordinaires à texture lâche non sonore et sans glaçure.

(296) *Analyse de divers kaolins.*

Provenance.	Silice.	Alumine.	Eau.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Résidu.
Saint-Yrieix	36,25	33,35	12,00	»	2,40	»	»	16,00
Plymton (Devonshire)..	44,26	36,81	12,74	2,72		»	»	4,30
Passau	45,34	35,18	17,24	1,55		»	»	3,48
Aue..................	35,89	34,12	11,09	»	0,69	»	»	18,00
Sosa	45,07	38,15	9,69	»	1,80	»	»	5,53
Lochkarewska.........	46,75	34,98	13,70	1,25	0,48	0,29	1,34	0,95
Tong-Kong (Chine)....	50,50	33,70	11,20	»	0,80	1,90	»	1,80
Sy-Kang..............	55,3	30,3	8,2	»	0,40	1,10	2,70	2,00

(297) *Analyse des argiles.*

Nous ne nous occuperons pas de l'analyse mécanique par lévigation, ou par les tamis (**351**). On pèse 3 à 4 grammes d'argile, qu'on dessèche à 120°; on pèse et on désagrège le résidu par les acides sulfurique et fluorhydrique; on ajoute ensuite de l'acide chlorhydrique et on fait 300 cc. Sur 100 cc. on dose par l'ammoniaque la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; on précipite dans le liquide filtré la chaux par l'oxalate d'ammonium; puis dans le nouveau liquide la magnésie par le phosphate.

Sur 100 cc. on réduit par le zinc le fer, qu'on dose au permanganate; on retranche le peroxyde de fer correspondant du poids de fer et d'alumine trouvé d'abord, et on a l'alumine. Une troisième portion de 100 cc. est additionnée de baryte caustique; la liqueur filtrée est traitée par le carbonate d'ammonium, filtrée de nouveau, évaporée à sec; le résidu est calciné et repris par l'eau filtrée après une nouvelle addition de carbonate d'ammonium, séché, calciné et pesé; on a la somme de chlorures alcalins, dans lesquels on dose le chlore par voie volumétrique (table **261**) : on en déduit le poids de potassium et de sodium. Un gramme de matière est désagrégé par 5-6 grammes de carbonate potassico-sodique dans un creuset de platine chauffé progressivement, puis à la fin sur un fort chalumeau à gaz. Après une heure, quand la fusion est tranquille, on pose le creuset sur une plaque de fer épaisse et froide, où il se refroidit rapidement, tandis que la masse fondue se détache en un seul culot. On fait digérer le tout dans un becherglas avec 100 cc. d'eau, pendant une demi-heure, on ajoute par petites portions de l'acide chlorhydrique en excès, on retire le creuset et on le lave en faisant tomber dans le becherglas les eaux de lavage. On évapore à sec au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage

plus de vapeurs acides. La masse refroidie est humectée d'acide chlorhydrique; après une heure de chauffe au bain-marie, on étend d'eau bouillante et on décante, après repos, sur un filtre; le dépôt de silice est repris deux ou trois fois par quelques gouttes d'acide chlorhydrique chaud, lavé, séché et calciné : c'est la silice totale.

Enfin on chauffe dans une capsule de platine vers 250° un gramme d'argile avec de l'acide sulfurique concentré pendant 12 heures, on dilue, on filtre et on lave le précipité, qu'on traite sur le filtre par une solution bouillante de carbonate de sodium contenant un peu de soude caustique, jusqu'à ce que le liquide filtré ne se trouble plus par le sel ammoniac. On lave, on sèche et on calcine le résidu qui représente le sable feldspathique et le quartz; après l'avoir pesé, on le désagrège par le carbonate mixte et on y dose la silice et la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; ce dernier poids, multiplié par 3,51, donne la silice contenue à l'état de feldspath le reste de silice insoluble représente le quartz; enfin, en déduisant de la silice totale a silice insoluble, on a la silice de l'argile.

(298) *Essais des poteries vernissées.*

Le Comité d'Hygiène de France a prescrit la marche suivante:

Faire bouillir doucement pendant 1/2 heure dans les vases suspects du vinaigre à 6 pour 100 d'acide acétique, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore; 50 grammes de vinaigre suffisent pour un vase d'un demi-litre. Après refroidissement, on recherchera le plomb par l'hydrogène sulfuré et l'iodure de potassium.

(299) *Analyse des ciments.*

Un échantillon de ciment est chauffé au rouge : la perte correspond à l'eau et à l'acide carbonique. Ce dernier est dosé sur une autre portion; on a l'eau par différence.

On introduit 4 à 5 grammes de ciment dans un ballon de 1 litre qu'on remplit d'eau. Après deux jours on dose la chaux et l'acide sulfurique. Si ce dernier est en forte quantité, il reste du sulfate de calcium non dissous. On dose encore les sulfates sur un autre échantillon.

On traite d'autre part 3 à 4 grammes de ciment par l'acide nitrique: on évapore à sec, on redissout dans l'eau acidulée, et on dose le fer, l'alumine, la chaux et la magnésie (qui doit être en faible proportion). Le résidu insoluble est desséché et pesé, puis repris par la potasse faible, qui dissout la silice; on lave, on sèche et l'on pèse l'argile restante: on a la silice par différence. En déduisant de la chaux totale celle qui correspond aux acides sulfurique et carbonique, le reste est compté comme combiné à la silice et à l'alumine.

Dans les pouzzolanes, on dose, sur 5 grammes attaqués par l'acide nitrique et traités de même, le fer, l'alumine, la chaux, la magnésie et les alcalis dans la partie soluble; le résidu d'argile calciné est désagrégé au rouge vif par son poids de chaux pure, et on y dose la silice et les bases, en retranchant de la chaux trouvée celle qui a été ajoutée.

Section VI. — Combustibles et Éclairage.

(800) *Données sur quelques combustibles.*

On peut admettre que 1 kilogramme de houille moyenne développe 7500 calories, et 1 kilogramme d'eau, pour se réduire en vapeur à la température de 100°, absorbe 650 calories de chaleur latente et sensible; il en résulte que 1 kilogramme de houille peut produire théoriquement $\frac{7500}{650} = 11^k,54$ de vapeur d'eau. En pratique, sous les générateurs cylindriques, avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne de 1 kilogramme de houille que $6^k,50$ de vapeur et sous les meilleurs générateurs tubulaires 10 kilogrammes.

Le coke ne doit pas donner plus de 5 à 8 pour 100 de cendres; sa puissance calorifique par rapport à celle de la houille est comme 13 : 14.

La puissance calorifique de la tourbe ordinaire par rapport à celle de la houille est comme 1 : 2,50; celle du bois est comme 1 : 2,28; celle du coke de gaz est au coke de four comme 6 : 8. De ces chiffres on déduit qu'en moyenne, lorsque 1 kilogramme de houille évapore $6^k,50$ d'eau, 1 kilogramme de coke en vaporise $5^k,8$ à 6 kilogrammes, la tourbe $2^k,6$ et le bois $2^k,8$ d'eau.

En général, l'hectolitre de houille, mesurant $0^m,503$ de diamètre et de hauteur, pèse 78 à 80 kilogrammes; le mètre cube pèse donc $10 \times 80 = 800$ kilogrammes.

La voie ancienne mesurait 15 hectolitres et pesait 1200 kilogrammes.

L'hectolitre de coke pèse 38 à 40 kilogrammes; le mètre cube pèse donc 380 à 400 kilogrammes.

La voie ancienne pesait 600 kilogrammes.

(801) *Essai des combustibles minéraux.*

1° On dose l'*eau* en chauffant le coke pulvérisé 2 heures à 110°, le lignite et la tourbe 5 à 6 heures à 100°, la houille divisée en fragments de la grosseur d'une fève 2 heures à 105°, autant que possible à l'abri de l'air. On laisse refroidir dans l'air sec et l'on pèse le résidu.

L'échantillon moyen devra être pris aussi régulièrement que possible; on opérera sur 100 à 200 grammes pour le dosage de l'eau.

2° Pour les *cendres*, on incinère au moufle 1 à 3 grammes de combustible finement divisé, dans une capsule de porcelaine; après 2 heures, les cendres, blanches ou jaunâtres, peuvent être pesées. Pour les houilles, il importe de chauffer graduellement.

3° *Résidu de coke.* — 1 gramme de houille finement pulvérisée est pesé dans un creuset de platine de 3 centimètres au moins de hauteur, muni d'un couvercle de platine fermant bien : on le place sur un trépied

mince, le fond à 3 centimètres environ de l'orifice d'un bec ordinaire de Bunsen, dont la flamme doit avoir au moins 18 centimètres de haut. On chauffe rapidement, jusqu'à ce qu'on ne voie plus de gaz combustible se dégager du creuset (il ne faut que quelques minutes) ; on laisse refroidir, on pèse et on déduit les cendres (2°). Une bonne houille doit donner 60 à 70 pour 100 de coke (les houilles de forge 70 à 85 pour 100). On note également l'aspect et le volume du coke, suivant les applications.

4° On détermine l'*azote* par la chaux sodée (**356**), le *carbone* et l'*hydrogène* par combustion.

5° *Soufre.* — On mélange intimement, dans un creuset de platine, 1 gramme de combustible finement pulvérisé, 1/2 gramme de carbonate de sodium pur et anhydre, et 1 gramme de magnésie calcinée; on chauffe pendant 1 heure la partie inférieure du creuset, incliné et ouvert, en brassant avec un fil de platine. Après refroidissement, on reprend par 100 centim. cubes d'eau chaude, on lave le creuset, on ajoute de l'eau bromée en excès, on fait bouillir, on filtre, et dans le liquide réuni aux eaux de lavage, on dose l'acide sulfurique par le chlorure de baryum; on calcule en soufre. On peut doser l'acide sulfurique préexistant en faisant digérer à chaud 10 grammes de combustible avec une solution de 10 grammes de carbonate de sodium, et dosant l'acide sulfurique dans la liqueur filtrée.

6° *Phosphore.* — On incinère assez de combustible pour avoir 1 à 2 grammes de cendres, qu'on pèse; on les humecte d'acide chlorhydrique concentré; après digestion, on évapore à sec, on humecte d'acide chlorhydrique, on ajoute 200 cc. d'eau, on fait digérer au bain-marie, on filtre, on évapore à sec avec de l'acide nitrique, on reprend par l'eau acidulée avec l'acide nitrique, on filtre dans un becherglas et on précipite par le molybdate d'ammonium. Le phosphomolybdate est lavé avec une solution à 5 pour 100 d'acide nitrique et 10 pour 100 de nitrate d'ammonium. Quand les eaux de lavage ne renferment plus de fer, on lave le becherglas à l'ammoniaque, qu'on repasse ensuite sur le précipité pour le redissoudre; on dose dans l'ammoniaque filtrée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et l'on calcule en phosphore.

7° *Essai calorifique d'après Berthier.* — Ce procédé, bien que tout à fait inexact, est encore employé. On mêle intimement, dans un creuset de terre, 1 gramme de houille en poudre impalpable avec 40 à 50 grammes de litharge pulvérisée (ou mieux 70 à 80 grammes de céruse) ou 1 gramme de bois ou de tourbe finement divisée avec 30 grammes de litharge et 10 grammes de chlorure de plomb; on recouvre le mélange de 20 à 30 grammes de litharge ou 30 à 40 grammes de céruse. On fait fondre; on termine par un coup de feu de dix minutes pour rassembler le plomb en un culot que l'on dégage, qu'on brosse, qu'on pèse, et dont le poids en grammes, multiplié par 234, donne le nombre de calories fourni par 1 kilogramme de houille.

(302) *Analyse du mélange Laming.*

Dans un tube de 9 millimètres de diamètre intérieur et de 15 centimètres de long, étiré à la partie inférieure et garni de coton de verre ou d'amiante calcinée, on introduit 2 à 3 grammes de l'échantillon moyen. On l'épuise par six lavages successifs avec 10 cc. de sulfure de carbone pur; celui-ci est distillé, les dernières portions sont évaporées et l'on sèche le soufre à 80°, puis on le pèse.

Ce soufre étant souvent souillé par des matières goudronneuses, pour doser le soufre réel qu'il contient, on en attaque 1/2 gramme environ, finement pulvérisé, dans un ballon, par de petites portions d'acide nitrique fumant très concentré, et l'on fait bouillir, on évapore presque à sec, on ajoute de l'acide chlorhydrique, on évapore pour détruire le reste de l'acide nitrique et l'on pèse à l'état de sulfate de baryum.

On peut aussi brûler le soufre par un courant d'oxygène, dans un tube à combustion garni d'amiante platinée, et recevoir le gaz dans une solution aqueuse renfermant par litre 180 grammes de potasse à l'alcool exempte de sulfates et 100 grammes de brome; le soufre ($0^{gr},4$) est pesé dans une nacelle de porcelaine, qui est pesée après l'opération et donne le poids des cendres. Le tube de 60 centimètres de long est rétréci à 50 centimètres de l'orifice, et à 5 centimètres du rétrécissement on l'étire en une pointe de 10 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre qu'on recourbe à angle droit; on la fait passer dans le bouchon d'une des branches d'un tube de Peligot, relié lui-même à un tube pareil; chacun de ces tubes est chargé de 25 à 30 cc. d'hypobromite. A partir du rétrécissement on dispose une colonne de 25 centimètres d'amiante platinée, puis la nacelle. On fait passer un courant assez vif d'oxygène en chauffant, sur une grille à gaz, tout le tube jusqu'à la partie rétrécie. Après la combustion, on coupe le tube au rétrécissement, on lave cette partie et l'on réunit les eaux de lavage au contenu des tubes de Peligot pour y doser l'acide sulfurique, en acidulant par l'acide chlorhydrique, faisant bouillir et précipitant par le chlorure de baryum.

(303). *Détermination du pouvoir éclairant.*

On est convenu depuis 1884 de prendre pour unité de lumière blanche la lumière émise normalement par un centimètre carré de platine à son point de solidification. Cette source constitue l'*étalon Violle;* sa vingtième partie est la *bougie décimale,* unité pratique de photométrie. L'unité ancienne de France était la *Carcel,* lumière d'une lampe système Carcel brûlant 42 gr. d'huile de colza à l'heure avec une mèche dite de Phare, de 75 brins et de $23^{mm},5$ diamètre extérieur, pesant $3^{gr},6$ au décimètre de longueur; la mèche faisait

une saillie de 10 millimètres et l'étranglement du verre était situé à 7 millimètres au-dessus de celle-ci. Une Carcel vaut 0,481 étalon Violle. La bougie décimale étant de 0,05 Violle par définition, on voit que la bougie décimale vaut à peu près un dixième de Carcel. La bougie d'acide stéarique ordinaire — bougie longue, marque de l'Étoile, de 5 au paquet de 485 gr. — donne une intensité de 1/7 de Carcel environ, ou 0,143 Carcel, ou 0,067 Violle, ou 1,33 bougie décimale. La bougie décimale vaut donc à peu près les 3/4 d'une bougie de l'Étoile.

L'étalon allemand, *Kerze*, était une bougie de paraffine de 20 millimètres de diamètre, brûlant avec une flamme de 5 centimètres. Il valait 0,132 Carcel, ou 0,063 Violle, ou 1,26 bougie décimale.

La *Candle* anglaise, en blanc de baleine de 7/8 de pouce de diamètre, donnait une lumière très variable d'environ 0,135 Carcel, ou 0,065 Violle, ou 1,30 bougie décimale.

Le *Bec Bengel*, brûlant sous une pression de 2 à 3 millimètres d'eau 105 litres de gaz normal à l'heure (volume mesuré à la pression de 0,76), donne la lumière d'une Carcel. Pour une consommation de 100 litres, il donne 100/105 de Carcel, ou 6,66 bougies de l'Étoile, ou 0,458 Violle, ou 9,16 bougies décimales.

Le *titre* du gaz type était donc dit de 6,66 bougies (de l'Étoile); c'était le *pouvoir éclairant type*.

100 kilogr. de houille donnent 29 à 30 mètres cubes de gaz d'un pouvoir éclairant *moyen* égal au pouvoir éclairant type.

100 kilogr. de *boghead* en fournissent 40, d'un pouvoir éclairant 3,5 fois plus élevé.

100 kilogr. de *cannel coal* en donnent 33, d'un pouvoir éclairant qui est 1,70 fois celui du type.

Les *essais photométriques* se font avec le photomètre de Bunsen, c'est-à-dire avec un écran de papier blanc présentant 3 taches faites par un corps gras. On le place entre les deux sources et sur la droite qui les joint; l'écran est également éclairé sur ses deux faces quand les taches disparaissent. On les examine d'ailleurs à la fois à l'aide de deux miroirs à 45° et l'on constate qu'en inclinant légèrement le papier, la tache centrale reste invisible, tandis que les deux autres deviennent visibles, l'une en clair et l'autre en sombre.

L'*éclairement* étant proportionnel à l'intensité de la source et inversement proportionnel au carré de la distance de celle-ci à l'objet éclairé, l'égalité d'éclairement indique que les intensités des sources sont entre elles comme les carrés des distances, et si la somme des distances est 100, on a $i = i' \frac{d^2}{(100-d)^2}$. Connaissant l'intensité de la source de comparaison i', on aura facilement celle de la source étudiée en se servant de la table 9*b*.

On dit à volonté que l'éclairement est d'*une bougie à un mètre* ou bien d'*une bougie-mètre*, expression vicieuse, mais très usitée, pour exprimer que l'éclairement est celui que donnerait une bougie située à 1 mètre de l'objet éclairé. Il est fort différent de dire qu'un

éclairement est de 1 *bougie par mètre carré*; dans ce cas on veut exprimer que toute la lumière de la bougie serait projetée sur un mètre carré. Supposons que dans le cas précédent la surface éclairée soit de 1 mètre carré. Cette surface, située à 1 mètre de la source, interceptera environ un douzième (1/12,6) de la radiation totale; pour qu'elle reçoive une bougie par mètre carré, il faudra donc que la source vaille 12,6 bougies. La bougie par mètre carré est donc une unité 12,6 fois plus grande que la bougie à un mètre. On lit et on écrit facilement avec un éclairement de 1 bougie *par* mètre, ou 12 bougies *à* un mètre, ce qui équivaut à 3 bougies à 50 centimètres.

(304) *Fractionnement des pétroles de Bakou.*

	Densité.
Benzine	0.725
Gazoline	0,775
Kerozène, huile à brûler	0,837
Soliérovi, huile à graisser les laines	0.870
Veregermi	0.890
Huile à graisser les machines	0.905
Huile à cylindres et valves	0,915
Huile pour cylindres de machines à vapeur	0,920
Vaseline	0,925

(305) *Densités et températures d'inflammation des huiles de pétrole et de schiste.*

Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à	Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à
0,685	— 21°	0,769	— 12°	0,783	+ 50	0,851	+ 86
0,700	— 19	0,791	+ 19	0,792	75	0,880	98
0,740	+ 15	0,805	35	0,805	90	Huile brute.	
0,750	17	0,814	48	0,822	110		
0,760	35	0,823	60	Pét.brut.		0,882	28
0,775	45	0,841	80	0,802	15		

Le pétrole mis en contact avec son volume d'acide sulfurique concentré ne s'échauffe que de quelques degrés, 5 à 10 au plus, tandis que, dans les mêmes conditions, le mélange de pétrole et d'huile de schiste ou de tourbe s'échauffe au contraire beaucoup plus, jusqu'à 50°.

(306) *Points d'ébullition des pétroles américains.*

	Densité.	Bout à
Éther, rhigolène..................	0,65-0,66	40-70°
Gazoline (extraction des huiles)..	0,66-0,69	70-90°
Benzine à détacher..............	0,69-0,70	90-110°
Ligroïne.........................	0,70-0,73	110-120°
Essence pour vernis.............	0,73-0,76	120-170°
Photogène (essence à brûler).....	0,76-0,80	170-245°
Huile solaire (huile à brûler)....	0,80-0,83	245-310°
Huile de graissage..............	0,83-0,87	310-350°
Paraffine molle, fondant à 38-52°..	0,87-0,88	350-390°
Paraffine dure, — 52-56°..	0,88-0,93	390-430°

(307) *Essai des pétroles.*

Le décret du 19 mai 1873 divise les hydrocarbures liquides en général, huiles de schiste, de goudron et de pétrole, et les essences, en deux catégories, suivant le degré d'inflammabilité :

La première catégorie comprend les essences inflammables au-dessous de 35°; la deuxième, celles qui s'enflamment à 35° et au-dessus.

Le règlement accorde une tolérance de 2°, et si on obtient 32, 33 ou 34°, on pratique deux autres essais et on prend la moyenne : le pétrole ne doit être déclaré mauvais que si la moyenne est inférieure à 33°.

L'appareil usité en France pour déterminer le degré d'inflammabilité est celui de M. Garnier.

Il a la forme d'une boîte ronde en cuivre dont le couvercle porte un thermomètre et une ouverture fermée par un petit couvercle qui laisse passer la flamme. Voici l'instruction qui accompagne l'instrument.

1° Ouvrir l'appareil, s'assurer que la mèche repose bien au bas du tube central et n'en dépasse la tête que juste pour être allumée, jamais plus de 1 millimètre; verser doucement l'huile sur le milieu de la mèche, jusqu'à ce que, débordant du porte-mèche, elle arrive à la hauteur du petit tube déversoir de côté; la quantité de liquide sera donc toujours égale.

2° Fermer le couvercle ainsi que la petite plaque supérieure, introduire le thermomètre, approcher une allumette. Si le liquide brûle (souffler dessus), ou s'il se fait une forte explosion, dans ces deux cas, le liquide renferme des essences volatiles et rentre dans la première catégorie.

3° Si ces essais n'ont rien donné, ouvrir la petite plaque et allumer la mèche, en évitant les courants d'air et sans remuer l'appareil. Quand on entend une explosion qui éteint la flamme, lire de suite le thermomètre qui donne le point d'inflammabilité des vapeurs. Le point d'ignition se trouve au moment où l'huile s'enflamme et continue à

brûler toute seule au contact d'une allumette. En outre, on prend la densité du liquide au moyen de l'éprouvette qui accompagne l'appareil : la graduation du densimètre donne le poids du litre en grammes. Le pétrole doit peser 800 et le schiste 815 pour le point d'inflammabilité de 35°.

Outre l'essai à l'acide sulfurique indiqué plus haut, on doit pratiquer le suivant :

Mélanger 5 centimètres cubes de pétrole, 2 centimètres cubes d'ammoniaque et quelques gouttes de nitrate d'argent sur une soucoupe, et allumer; le liquide ne doit pas noircir, par suite de la présence de soufre provenant de schistes bitumineux ou d'huiles de goudron à basse température, renfermant du sulfure de carbone ou du thiophène.

En Allemagne et en Angleterre, on se sert de l'appareil d'Abel. On remplit le bain-marie d'eau jusqu'à ce qu'elle s'écoule par l'ouverture pratiquée à la partie supérieure; on remplit la lampe d'huile de colza ou de navette jusqu'à l'extrémité inférieure de son bec et l'on coupe la mèche de manière à obtenir une flamme de 3mm,8 de diamètre. On dispose l'appareil à l'abri des courants d'air, on chauffe le bain-marie à 130° F., soit 54°,4, et l'on verse lentement dans le réservoir à huile, jusqu'à la marque, le pétrole, qui ne doit pas être à plus de 65° F., ou 18°,5. On ajuste alors le couvercle, on dispose le récipient à huile dans le bain-marie, on met la lampe sur ses supports, et l'on observe le thermomètre : tous les 1 ou 2 degrés on retire le tiroir et au bout de 3 secondes on le referme. Quand le mélange gazeux prend feu, on note le degré, qui est le point d'inflammabilité.

(308) *Essai des huiles minérales de graissage.*

1° Prendre la densité.

2° Point d'inflammabilité des vapeurs : on chauffe au bain de sable dans une capsule, et tous les 5° on retire du bain et on approche une allumette. L'huile ne doit pas mousser ni prendre feu au-dessous de 180° (en général vers 220°); la flamme doit persister.

3° Point de solidification (toujours au-dessous de 0°, d'ordinaire à — 5°).

4° Parties insolubles : 10 cc. dans 10 cc. d'éther, filtrer, laver et peser le résidu.

5° Dans un tube gradué, agiter 5 cc. de soude de densité 1,40 et 10 cc. d'huile, et chauffer au bain-marie; la couche de soude doit être claire après 5 minutes.

6° Dans un tube gradué on met 7 1/2 cc. d'huile, on met dans de l'eau à 15° à côté d'un flacon d'acide nitrique à 1,45 de densité; et quand la température est égale, on verse dans le tube 7 1/2 cc. d'acide ; on agite avec un thermomètre, qui ne doit pas monter de plus de 20° (sinon il y aurait des huiles de houille).

7° Opérer de même avec 10 cc. d'huile et 10 cc. d'acide sulfurique de densité 1,53; l'acide doit devenir tout au plus jaune clair.

8° Agiter avec de l'eau, qui doit rester neutre et claire, et ne pas précipiter par le tannin.

9° Essai de la consistance, comme pour les huiles p. (368).

10° Sur des lames de cuivre, fer, bronze, etc., on dépose des gouttes d'huile et on porte à l'étuve à 100° pendant 24 heures: il ne doit pas se produire d'attaque.

(309) *Le charbon de bois (1 volume) absorbe les volumes suivants des différents gaz.*

	Volumes.		Volumes.
Ammoniaque.........	90	Éthylène..............	35
Acide chlorhydrique..	85	Oxyde de carbone....	9,42
Acide sulfureux......	65	Oxygène.............	9,25
Acide sulfhydrique...	55	Azote.................	7,5
Protoxyde d'azote....	45	Hydrogène carboné...	5
Acide carbonique.....	35	Hydrogène...........	1,75

Section VII. — Résines.

(310). *Détermination qualitative des résines à l'aide des dissolvants.*

1° La résine est entièrement sol. alcool.

Sol. benzine	insol. CS^2	....	*Benjoin.*
	sol. CS^2	résine solide............	*Colophane.*
		consistance de baume...	*Térébenthine de Venise.*
		consistance d'onguent....	*Élémi.*
Presque insol. benzine		sol. éther..............	*Sandaraque.*
		insol. éther............	*Gomme laque.*

2° La résine est partiellement sol. alcool.

Sol. benzine	sol. éther	....	*Mastic.*
	partiellement sol. éther	partiellement sol. alcool méthylique	*Dammar.*
		insol.............	*Asphalte.*

Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique			*Copal d'Angola blanc fondu.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. ligroïne	sol. rouge	*Sang-dragon.*
			sol. jaune	*Gomme-gutte.*
		insol. ligroïne	partiellement sol. acétone	*Storax.*
			presque insol. acétone	*Copal d'Angola rouge fondu.*

3° La résine est presque ou entièrement insol. alcool.

Sol. benzine	se distinguent par les chiffres de l'iode		*Succin fondu.* *Copal de Zanzibar fondu.*
Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique		*Copal d'Angola blanc.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. CS^2.	*Copal d'Angola rouge.*
		insol. CS^2	*Copal de Zanzibar.*
Presque insol. benzine			*Succin.*

(311) *Réactions quantitatives pour la détermination des résines.*

On chauffe environ 1 gramme de résine avec de l'alcool à 95 pour 100 dans un appareil à reflux, on filtre et défalque le résidu. On titre avec la soude demi-normale et la phtaléine la solution alcoolique. Le nombre de milligrammes de KHO nécessaire pour saturer 1 gramme de résine en solution alcoolique est le *chiffre de l'acide*.

On fait bouillir pendant 5 minutes au réfrigérant ascendant 1 gramme de résine avec 25 cc. de potasse alcoolique demi-normale, on étend avec 100 cc. d'alcool, on fait bouillir un instant et on titre l'excès d'alcali avec l'acide chlorhydrique et la phtaléine. Le nombre de milligrammes de KHO combiné avec 1 gramme de résine donne le *chiffre de Kœttstorfer*.

On dissout 1 gramme de résine dans 50 cc. d'alcool bouillant et on opère à froid sur le liquide seul, soit sur celui-ci en présence du résidu. On ajoute de la solution alcoolique d'iode jusqu'à ce que la coloration brune soit encore nettement visible au bout de 24 heures (25 gr. I, 30 gr. $HgCl^2$, 500 cc. alcool).

On additionne alors d'assez de la solution de KI au 1/10 pour que l'eau ne produise pas de précipité et on dose l'iode en excès par l'hyposulfite. Le poids d'iode fixé par 100 parties de résine est le *chiffre de l'iode*.

(312)

Résines.	Chiffres de l'acide.	Chiffres de Kœttstorfer.	Chiffres de l'iode. avec résidu.	Chiffres de l'iode. sans résidu.
Colophane indigène	146,5 145,5	168,2 166		116,8 114,8
Sandaraque	141,4 138,7	174,4 170		66,8 63,8
Benjoin	136,3 134,1	164,7 164,5		57,4 56,6
Storax	130,6 128,5	205,6 191,0	64,7	58,6
Copal d'Angola blanc fondu.	93,6 93,4	118,8 117,8	44,9	41,6
Gomme-gutte	81,2 79,4	non déterminable	70,9	70
Térébenthine de Venise	70,1 69,3	102,6 96,4		145 3 141,9
Gomme laque brune	66,1	213,3	8,3	6
— — orange	60	211,6		0
Mastic	64,5 63,6	93,8 92,3	64,4 64,2	53,2 53,1
Dammar	33 30,6	47,1 46,5	63,6 63,5	64,1 60,5
Copal d'Angola rouge fondu.	30,5 30	110,7 109,8	34,8	22,3
Élémi	22,3 22	25,1 24,0		85,1 80,9
Sang-dragon	non déterminable		72,4	55,5
Copal d'Angola rouge		148 146,4		
Succin		145 144,6		
Copal d'Angola blanc		132,2 129,7		
Copal de Zanzibar		92,4 89,6		
Succin fondu	0	38,2 33,9	4,8	3,3
Copal de Zanzibar fondu	0	36,8 34,6	12,6	7,6
Asphalte	0	8,1 1,3	22,2	3,5

(313) *Vernis.*

Les vernis se divisent en trois classes :

1° Vernis à l'alcool, dont le dissolvant est formé d'alcool, d'alcool dénaturé, de méthylène, de chloroforme, d'acétone, d'éther : comme résines on emploie surtout la gomme laque, la sandaraque, l'élémi, la térébenthine, quelquefois le copal ou l'ambre fondus, et comme colorants la gomme-gutte, le sang dragon ou les couleurs d'aniline ;

2° Vernis à l'essence, formé de mastic, de galipot, de copal fondu, de dammar, dissous dans l'essence de térébenthine ; celle-ci peut-être dosée intégralement par distillation à la vapeur d'eau et mesurage de la couche ;

3° Vernis gras, formé de copal ou ambre fondus, dammar, essence de térébenthine et huile de lin cuite.

L'huile de lin cuite ou siccative a perdu de la glycérine ; l'acide linoléique s'est oxydé et on trouve un chiffre d'iode plus faible et un chiffre d'acétyle assez élevé ; elle renferme souvent du plomb ou du manganèse, suivant le siccatif employé.

L'huile de lin cuite ou siccative ne donne pas d'émulsion avec son volume d'eau de chaux, ce qui la distingue de l'huile naturelle.

On emploie encore quelquefois comme vernis une dissolution de celluloïde dans l'alcool méthylique additionné d'un éther acétique, et quelquefois d'un peu de colophane.

Section VIII. — Matières grasses.

Suifs, Savons, Huiles.

(314) *Essai des savons.*

Eau. — On pèse 10 grammes de savon dans un grand plateau à rebord, taré ; on sèche à 130-140° jusqu'à poids constant : il faut avoir soin de percer la croûte qui s'est formée au début.

Acides gras. — On pèse 100 grammes de savon, que l'on place dans une capsule avec de l'eau distillée ; on chauffe, puis on ajoute peu à peu un excès d'acide sulfurique étendu. Le savon est décomposé, les acides gras viennent surnager. Après quelques minutes d'ébullition, on enlève la capsule du feu et on la laisse refroidir dans un endroit tranquille. La couche huileuse qui surnage se solidifie : on perce alors le gâteau, on décante le liquide en évitant d'entraîner des parties solides ; on ajoute de l'eau distillée, on fait bouillir de nouveau, et on recommence jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide. On laisse égoutter, et on chauffe la capsule à 100 ou 110°, jusqu'à ce que la masse soit sèche, ce que l'on constate lorsque la fusion est tranquille ; on prend le poids total de la capsule et de la matière grasse ; on nettoie la capsule, on la pèse de nouveau ; la perte indique le poids de la matière grasse. En retranchant de ce poids 3,25 o/o d'eau de combi-

naison, on trouve le poids des acides gras anhydres dans le savon.

On détermine ensuite la densité de ces acides gras et leur point d'échauffement par l'acide sulfurique, qui est le même que celui des huiles correspondantes; ces acides gras donnent avec les réactifs les mêmes colorations que les huiles dont ils dérivent.

ALCALIS (soude ou potasse). — On pèse dans une capsule 10 grammes de savon et on l'incinère. Le résidu étant repris par l'eau, on détermine par un essai alcalimétrique la quantité d'alcali. On parvient au même résultat en décomposant un poids donné de savon par de l'acide sulfurique titré. Au besoin, la liqueur, séparée des acides gras, est évaporée à sec; le résidu, fortement calciné, est composé de sulfate de potassium ou de sodium dont on détermine le poids. Dans les savons mous il existe habituellement de la potasse et de la soude : il faut donc dans le produit de l'incinération doser la potasse et la soude par les méthodes décrites à l'Alcalimétrie. Par le calcul on déduit la quantité d'alcali anhydre (voir table 268). On peut encore séparer les acides gras par l'acide chlorhydrique, filtrer, évaporer et calciner; on précipite par l'eau de baryte; on filtre, on ajoute du carbonate et du chlorhydrate d'ammoniaque, on filtre, on calcine, on pèse et on dose le chlore.

GLYCÉRINE. — On dissout le savon dans l'eau, on précipite la matière grasse par la plus petite quantité d'acide chlorhydrique, on filtre, on lave à l'eau acidulée, on sature par du carbonate de sodium et on évapore à une douce chaleur. On reprend le résidu par l'alcool à 92°, on filtre, on évapore la solution alcoolique dans une capsule de platine et on pèse le résidu, puis on le calcine; la différence de poids correspond à la glycérine.

DÉTERMINATION DES MATIÈRES ÉTRANGÈRES. — On dissout 25 grammes de savon dans de l'alcool à 90°, on fait bouillir pendant quelques minutes et on laisse reposer. Si le savon est exempt de mélange, la solution est limpide et ne présente au fond du vase qu'un résidu insignifiant, s'élevant au maximum à 1 pour 100. Si au contraire la solution alcoolique reste trouble et si on aperçoit au fond du vase un précipité, le savon est impur.

On mélange les savons avec les substances suivantes : 1° Substances minérales solubles dans l'eau : sulfate, chlorure, silicate de sodium; 2° substances minérales insolubles : craie, kaolin, sulfate de baryum, silice; 3° matières organiques : fécule, gélatine, résine, etc.

Les sels alcalins contenus dans le savon se dosent dans les cendres : le chlorure de sodium par liqueur titrée; le sulfate par pesée à l'état de sulfate de baryum, dont le poids, multiplié par 0,609, donne celui du sulfate de sodium correspondant.

Résine. — On pèse 10 grammes de savon, on dissout dans 100 gr. d'eau, et on ajoute un excès suffisant de lessive de soude; le précipité est lavé sur un filtre avec une solution de soude, et mis à part. Les liqueurs sont saturées par l'acide sulfurique étendu, la résine recueillie sur un filtre taré, et le liquide saturé par du carbonate de sodium, évaporé à sec, et le résidu repris par l'alcool, qu'on distille : le résidu

composé de glycérine et de matières résinoïdes est repris par l'eau, qui laisse ces dernières.

Le savon précipité est redissous dans l'eau bouillante et traité par le chlorure de baryum ; les sels insolubles sont récoltés sur un filtre, lavés, séchés à 100° et traités par l'éther, qui dissout le résinate. On évapore et on traite par l'acide chlorhydrique, qui sépare la résine. Toutes ces parties résineuses sont réunies, séchées et pesées.

On peut aussi peser 10 grammes de savon, le dessécher à l'étuve, et l'épuiser, dans un petit appareil à épuisement, par l'éther sulfurique, qu'on évapore ensuite au bain-marie dans une capsule tarée : la résine reste comme résidu et est pesée.

La résine augmente considérablement la densité des acides gras et leur degré d'échauffement par l'acide sulfurique.

Huile de coco. — Les acides gras obtenus en additionnant d'acide chlorhydrique une solution de savon fabriqué d'après l'ancien procédé fondent vers 45°, ceux des savons fabriqués par la *méthode vive* fondent vers 30° : la présence de l'huile de coco abaisse leur poids de fusion à 23 ou 24°.

Alcali libre. — On ajoute à 100 grammes de savon, dans une capsule, 100 à 150 cc d'eau salée à 18° Baumé ; on fait bouillir. Quand le savon est bien fondu, on laisse refroidir, et on sépare le savon surnageant ; on dose par l'acide normal l'alcali libre qui reste dissous dans la solution salée et filtrée.

Enfin, pour reconnaître si les matières grasses contenues dans le savon sont parfaitement saponifiées, on précipite la solution par du chlorure de calcium, et on épuise le précipité calcaire par l'éther ou le sulfure de carbone. Ou mieux on additionne le savon de sable, on le sèche et on épuise directement, dans une petite allonge, le mélange par le sulfure de carbone. Dans les deux cas, l'évaporation de l'éther ou du sulfure de carbone laisse pour résidu la matière grasse.

(315) *Analyses de savons purs.*

A. *Savons liquidés.*

	Blanc parfumé.	Olives pures.	Olives et arachides.	Blanc mousseux.	Acide oléiq. de suif.	Jaune, huile de palme	Vert, huile de pulpe.
Eau %	9	33,50	34	30	33,50	33	32
Acides anhydres	79,55	59,40	58,90	61,90	59,50	59,60	60,30
Soude	9,55	6,48	6,65	7,42	6,48	7,08	6,70
Sels divers solubles	0,75 (1)	0,42	0,45	0,68	0,52	0,32	1
Rapport de l'alcali aux acides gras	12	11,25	11,31	12	10,90	11,75	11,10

1. La différence 1,15 est formée par la matière colorante et le parfum.

B. *Savons marbrés.*

	Bleu pâle.	Bleu vif.	Analyse des savons de potasse.	
Eau %............	34	32,50	Eau %.............	45
Acides anhydres...	54,50	55,75	Acides anhydres....	44
Soude combinée...	6,35	6,30	Potasse combinée...	8
Carbonate de sodium	0,30	0,40	— libre.......	1
Sels solubles.......	2,20	2,35	Sels divers.........	0,90
Glycérine.........	2,30	1,85	Matières organiques.	1,10
Fer, alumine, chaux.	0,35	0,65		
Rapport de l'alcali total aux acid. gras.	12,20	12,35		

(316) *Essai des suifs.*

1° Peser 50 grammes de suif.
2° Les faire fondre et chauffer à 125°.
3° Mesurer 40 cc. de soude caustique (à 36° Baumé).
4° Mesurer 25 cc. d'alcool à 40°.
5° Mêler les deux liquides dans une fiole.
6° Verser ce mélange sur le suif chaud.
7° Agiter sans cesse jusqu'à ce que le savon se solidifie.
8° Verser sur le savon 1 litre d'eau.
9° Faire bouillir le tout pendant 45 minutes.
10° Décomposer par l'acide sulfurique étendu.
11° Enlever l'eau à la pipette.
12° Couler la matière grasse dans un petit plateau.
13° Vérifier la cristallisation.

L'acide gras obtenu, on l'introduit dans un tube à essai de 10 à 12 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi à 2 centimètres de diamètre; il faut faire fondre assez de substance pour remplir le tube aux deux tiers et opérer cette fusion au bain-marie.

Le tube contenant la matière liquéfiée est placé dans un flacon muni d'un bouchon percé donnant passage au tube à essai. On plonge alors dans la matière grasse un thermomètre très exact, dont chaque degré est divisé en dixièmes de degré.

La cristallisation ayant gagné le tour du tube, l'opérateur agite légèrement l'acide gras en imprimant au thermomètre un mouvement circulaire 3 fois à droite, 3 fois à gauche.

Si l'on a pris note du degré que marquait le thermomètre avant l'agitation, on remarquera, après celle-ci, que le mercure est descendu de plusieurs fractions de degré, puis a remonté rapidement au-dessus du premier point noté, pour y rester stationnaire au moins 2 minutes. C'est ce dernier degré qui est pris pour titre du suif.

Le titre du suif étant connu, on peut évaluer approximativement les proportions des acides solides et de l'acide liquide à l'aide du tableau suivant, dressé par Chevreul, au moyen de mélanges à proportions déterminées d'acide margarique et d'acide oléique (t. **318**).

Nous allons également faire connaître les nombres obtenus par MM. Dalican et F. Jean, en mélangeant l'acide stéarique type du commerce, dont le point de solidification est 55°,4, et l'acide oléique complètement débarrassé de l'acide margarique par un repos prolongé et par filtration (table **317**).

Pour déterminer les impuretés contenues dans les suifs ordinaires, on dissout un poids connu de suif dans l'éther ou le sulfure de carbone, on recueille sur un filtre taré, qu'on lave à l'éther, et on pèse.

Les suifs ordinaires contiennent 0,5 pour 100 d'impuretés (tissus cellulaires, débris de membranes). Les suifs d'os, outre les matières gélatineuses, renferment du carbonate et du phosphate de calcium combinés à des matières grasses. Elles peuvent s'élever de 5 à 20 p. 100.

Dans le commerce des corps gras, les bulletins d'essai des suifs indiquent l'humidité, les impuretés et le titre, c'est-à-dire la température de solidification des acides gras obtenus. A l'aide des tables **318** et **317** on se rend compte de la proportion d'acides solides qu'on peut retirer des échantillons examinés.

L'humidité est dosée sur 50 grammes, qu'on chauffe à 110-115° jusqu'à ce que les crépitations aient cessé ; on fait refroidir dans l'exsiccateur et on pèse.

(317) *Tableau indiquant pour chaque degré du thermomètre la quantité d'acide stéarique et oléique contenue dans un suif (défalcation faite de 4 pour* 100 *pour la glycérine et de* 1 *pour* 100 *pour humidité et impuretés).* (DALICAN et JEAN.)

Points de fusion.	Quantité °/o d'acide stéarique.	Quantité °/o d'acide oléique.	Points de fusion	Quantité °/o d'acide stéarique.	Quantité °/o d'acide oléique.
40	35,15	59,85	45,5	52,25	42,75
40,5	36,10	58,90	46	53,20	41,80
41	38	57	46,5	55,10	39,90
41,5	38,95	56,05	47	57,95	37,05
42	39,90	55,10	47,5	58,90	36,10
42,5	42,75	52,25	48	61,75	33,25
43	43,70	51,30	48,5	66,50	28,50
43,5	44,65	50,35	49	71,25	23,75
44	47,50	47,50	49,5	72,20	22,80
44,5	49,50	45,60	50	75,05	19,95
45	51,30	43,70			

(318) *Tableau permettant (le titre d'un suif étant connu) de déterminer approximativement les proportions des acides solides et liquides* (CHEVREUL).

Acide oléique.	Acide concret.	Se trouble à	Se fige à	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.
99	1	+2°	0°	74	26	35,5°	49	51	44,3°	24	76	49,5°
98	2	7	+2	73	27	36	48	52	44,5	23	77	49,8
97	3	7	3	72	28	36,5	47	53	45	22	78	50
96	4	7,5	5	71	29	37	46	54	45	21	79	50
95	5	9,5	7	70	30	37,5	45	55	45,7	20	80	50,2
94	6	11	8	69	31	38	44	56	46	19	81	50,3
93	7	15	9	68	32	38,5	43	57	46,3	18	82	50,7
92	8	15	10	67	33	38,7	42	58	46,5	17	83	51
91	9	16	14	66	34	39	41	59	46,5	16	84	51,5
90	10	21	17	65	35	39,5	40	60	46,7	15	85	51,8
89	11	25	18	64	36	39,7	39	61	47	14	86	52
88	12	26	21	63	37	40	38	62	47,7	13	87	52
87	13	26	24	62	38	40	37	63	47,7	12	88	52,5
86	14	27	25,5	61	39	41	36	64	47,8	11	89	52,5
85	15	28	26,5(1)	60	40	41	35	65	48	10	90	53
84	16	30	27,5	59	41	41,7	34	66	48	9	91	53
83	17	30	28,5	58	42	42	33	67	48,2	8	92	53,2
82	18	32	29,5	57	43	42	32	68	48,3	7	93	54
81	19	32	30,5	56	44	42,2	31	69	48,5	6	94	54
80	20	32,5	31,5	55	45	42,5	30	70	48,5	5	95	54
79	21	35	32	54	46	43	29	71	48,5	4	96	54,2
78	22	35	33	53	47	43,5	28	72	48,5	3	97	54,7
77	23	36	34	52	48	43,7	27	73	48,7	2	98	55
76	24	36	34,5	51	49	44	26	74	49,2	1	99	55
75	25	36,5	35,5	50	50	44	25	75	49,5			

1. A partir de ce nombre les degrés sont des points de fusion.

(319) *Méthodes d'essai des huiles.*

Densité. — La densité des huiles se détermine soit par la méthode du flacon ou du flotteur (table 47), soit au densimètre ou à l'aréomètre thermique de Pinchon, soit le plus souvent au moyen de la balance de Mohr-Westphal, dont le flotteur pèse 10 grammes et a le volume de 5 cc.

On doit en tous cas prendre note de la température de l'huile et ramener la densité à 15° d'après la formule

$$D = d + 0,00064\ (t^0 - 15).$$

Le coefficient 0,00064 est la moyenne de ceux qui correspondent aux diverses huiles, comme le montre la table 321.

(320) *Tableau des huiles commerciales.*

	Densité à 15° (eau à + 4°).	Solidification des acides gras.	Hübl.	Échauffement sulfurique.
Abricots	9185	liq.	100	46
Amandes douces	9183	5	99	53
Arachides	917—921	31	98	44
Baleine	926—931	liq.	81	75
Cachalot	875—884	liq.	84	
Cameline	925	liq.	133	56
Chènevis	925	19	127	98
Colza	9142	18	100	50
Coton	923—928	35	109	55
Faine	9205	17	104	65
Foie de morue	923—930		125	90
Lin	932—935	21	156	133
Moutarde	918	15	96	44
Navette	9151	17	103	57
Noisette	917	22	88	38
Noix	926	16	140	101
Noyaux d'olives	921		82	
Olives	916	24	83	42
Pavot œillette	924—925	16,5	131	86
Phoque	915—930		91	
Ricin	965	3	83	47
Sésame	921—923	23	105	68

(321) *Coefficients pour la dilatation des huiles.*

Olives	0,000640	Abricots	0,000696
Amandes douces	0,000695	Colza	0,000687
Sésame	0,000624	Ricin	0,000653
Arachides	0,000655	Lin	0,000649
Coton	0,000629	Œillette	0,000685
Noisette	0,000620	Chènevis	0,000626

(322) *Densité de quelques autres huiles commerciales.*

Acajou	9160	Maïs	9125
Aleurites moluccana	923	Marron d'Inde	923
Anda (Brésil)	927	Morse	925
Aouara	957	Niger	924—927
Argémone	919	Noix du Brésil	9185
Ben	912	Noyaux de cerises	9184
Bancoul à froid	923	Pavot cornu	9135
— à chaud	913	Pêcher	923
Canari	919	Pépins de raisins	956—920
Coloquinte	920	— de pommes	9134
Cresson alénois	924	Pieds de cheval	913—916
Croton	940—955	Pieds de mouton	914—917
Curcas	915	Pignon d'Inde	915—919
Dauphin	918	Pin	931
Epicea	925	Raifort	9175
Epurge	926	Ravenelle	9175
Foie de raie	928	Ravison	920
Foie de merlan	927	Rorqual	915
Fusain	937	Rorqual à rostre	905
Graine de concombre	923	Rutabaga	919
Hickory	9245	Sapin	929
Julienne	928	Spermaceti liquide	910
Korung	945	Thé	914
Lallemantia iberica	930—933	Tournesol	926
Lentisque	931	Oléine neutre	9145
Madia	928—935	Acide oléique de distillation	891—897
Marsouin	926	Acide oléique de saponification	9025
Menhaden	932		

Ces chiffres varient un peu, suivant que les huiles sont obtenues à froid ou à chaud, et épurées ou non.

Pour les graisses solides, la détermination se fait d'ordinaire au densimètre à la température du bain-marie : les indications de cet instrument n'ont plus alors qu'une valeur relative.

Solubilité dans l'alcool. — L'huile de ricin se mélange en toutes proportions; les huiles de croton et de noyaux d'olives se dissolvent abondamment.

Les autres huiles sont peu solubles dans l'alcool. Il en est de même des graisses solides, sauf l'huile de coco.

Spectres d'absorption. — On observe les bandes de la chlorophylle avec l'huile d'olive (très prononcé, voyez table **406**, courbe 43), moins avec celles de noix, de chènevis, de lin, d'œillette, et légèrement avec celle de sésame.

Les huiles de coton, d'arachide et d'œillette donnent des bandes dans le bleu et le violet.

Pouvoir rotatoire. — La plupart des huiles ont une légère action sur la lumière polarisée : au tube de 20 centimètres de long et au polarimètre de Laurent, lumière du sodium, les plus actives sont (en degrés saccharimétriques) :

Huile de sésame...	+ 3 à 9	Huile de ricin......	+43
— navette...	+10	— croton....	+46
— moutarde.	+ 3	— cameline..	— 2,3

Comme huiles légèrement lévogyres, citons celles d'abricots, d'arachides, de lin, d'amandes, de ravison, de colza, de coton.

Point de solidification des acides gras. — Celui des huiles est beaucoup moins régulier.

On opère comme il est dit table **316** pour l'essai des suifs.

Si les acides surnageants restent liquides, on siphonne la couche aqueuse inférieure en inclinant la capsule pour enlever le plus d'eau possible et on filtre les acides à chaud.

Acidité. — Dans un ballon on agite 10 grammes de corps gras pesé liquide, avec 30 à 40 cc. d'alcool à 90 pour 100, et on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol.

On compte par centimètre cube employé 0,282 grammes d'acide oléique par 100 grammes d'huile. On calcule aussi quelquefois en potasse KHO par 100 grammes d'huile.

On exprime aussi l'acidité en *chiffres de Bürstynn*, qui est le nombre de cent. cubes de potasse normale pour 100 cc. d'huile.

Pour les huiles de colza destinées à l'éclairage et les huiles d'olive alimentaires, on admet comme limite du chiffre de Bürstynn 7 cc.

Voici quelques données, en milligrammes de potasse par gramme de graisse :

Cire de myrica......	3	Huile de palme.....	12
— du Japon.......	20	— de palmiste...	3—13
Beurre de cacao.....	1—2,3		

Nombre de saponification. — Dans un litre d'alcool on dissout 30 à 40 grammes de potasse caustique, ou plutôt on verse en agitant, dans un litre d'alcool très concentré et rectifié, 75 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé, ou 90 cc. de lessive à 36° Baumé : on laisse déposer et on filtre dans un flacon à col droit bouché au caoutchouc. Il est inutile de préparer plus de solution alcaline qu'il n'en faut pour la série d'essais, car elle ne se garde pas bien. D'autre part, il faut de l'acide chlorhydrique exactement demi-normal (table **254**).

Dans un ballon de 125 cc. on pèse exactement de 3 à 5 grammes de graisse et on ajoute 25 à 50 cc. de potasse alcoolique; de plus on prépare un ballon témoin renfermant de la potasse seule, un volume égal. On fait chauffer toute la série en même temps au bain-marie jusqu'à limpidité complète, puis encore un quart d'heure, en couvrant les orifices des ballons avec de petits verres de montre. On ajoute ensuite 2 à 3 gouttes de phtaléine du phénol à chaque ballon et on titre le contenu à l'acide chlorhydrique. La différence entre le ballon témoin et celui à la graisse est calculée en potasse; les volumes de lessive alcaline étant égaux, la différence est la potasse employée par le corps gras: pour 1 cc. d'acide, on compte 0,02805 grammes de KHO; on ramène par le calcul à 1 gramme de graisse et on a le nombre de milligrammes de potasse KHO consommé par 1 gramme de graisse, qui est appelé couramment *chiffre de Kœttstorfer*.

En retranchant du chiffre de Kœttstorfer le nombre de milligrammes de potasse employé à saturer l'acidité de 1 gramme de graisse, on a le *chiffre d'éther*, employé quelquefois.

Voici les chiffres de Kœttstorfer correspondant aux acides gras et à leurs dérivés triglycériques :

Acide butyrique.......	636,3	Butyrine	556,0
— caproïque.......	482,8	Caproïne.............	437.8
— caprique........	325,0	Caprine..............	304,3
— laurique........	280,0	Laurine...............	263,2
— linoléique.......	200,0	Linoléine.............	191,2
— margarique......	207,4	Margarine...........	199,0
— myristique.......	245,5	Myristine.............	232,6
— oléique..........	198,6	Oléine................	190,0
— palmitique.......	218,7	Palmitine............	208,4
— ricinoléique.....	188,0	Ricinoléine...........	180,2
— stéarique........	197,1	Stéarine.............	188,7

Les huiles donnent de 190 à 200; citons comme exceptions :

Huile de colza.....	177—178	Huile de foie de morue brune..	180—200
— curcas ...	230—231	— navette....	177—178
— Lallemantia iberica.	184—185	— ravison....	176—176
— ravenelle..	177—178	— ricin......	201—203
— cachalot...	132	— phoque....	180—195
— foie de morue médicinale...	175—180	— rabette....	177—179

Acides volatils. — On pèse dans une petite capsule 5 grammes de graisse purifiée par filtration et dessiccation, et on verse dessus 50 cc. d'un mélange de 15 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé et 300 cc. d'alcool à 75 pour 100; on chauffe au bain-marie jusqu'à siccité; on fait passer le savon dans un ballon à distiller et on lave la capsule avec 100 cc. d'eau bouillante, qu'on décante dans le ballon. Après dissolution du savon dans cette eau, on ajoute 40 cc. de solution à 10 pour 100 d'acide phosphorique et quelques fragments de pierre ponce, puis on distille de manière à recueillir exactement 110 cc. de produit en 35 à 40 minutes. On filtre en recueillant 100 cc. qu'on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol. Le nombre de centimètres cubes consommé, augmenté d'un dixième, est appelé *chiffre de Reichert-Meissl* et doit être déterminé en suivant exactement les prescriptions précédentes; il est bon également de faire une fois pour toutes un essai à blanc, car les impuretés de l'alcool et l'acide carbonique ont une influence sur les résultats et cette correction peut être déterminée une fois pour toutes.

La plupart des huiles ne consomment que peu de potasse, ne renfermant que des traces d'acides volatils : leur chiffre varie de 0,5 à 3 : l'huile de ricin donne 4,0; celle de coco, 7 à 6; celle de palmiste, 3 à 4 : les huiles de poisson, de 4 à 25, car elles renferment de l'acide valérique.

Acides insolubles. — Le poids des acides gras insolubles dans l'eau, fourni par 100 parties de graisse, est aussi appelé *chiffre de Hehner* : nous décrirons ici le procédé modifié par Dalican.

Dans une capsule de porcelaine, on pèse exactement 10 grammes de graisse purifiée : on chauffe au bain-marie et on verse dessus un mélange fait d'avance de 80 cc. d'alcool à 80 pour 100 et de 6 grammes de soude caustique dissoute dans 6 à 8 cc. d'eau. On agite et on laisse une demi-heure : la saponification doit alors être complète, et l'addition de quelques gouttes d'eau ne doit pas déterminer de trouble. On évapore à sec et sur le savon on verse 100 cc. d'eau bouillante; on laisse dissoudre sans agiter, on transvase dans un vase conique d'un demi-litre, on lave la capsule à l'eau bouillante qu'on réunit au savon

et on décompose celui-ci par un mélange, ajouté en trois ou quatre fois, de 20 grammes d'acide chlorhydrique et 80 cc. d'eau, en agitant circulairement. On maintient au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras surnagent huileux et que l'eau soit claire. On laisse refroidir, on décante l'eau sur un filtre épais et uni, après avoir percé la croûte d'acide gras. On remplit de nouveau d'eau bouillante en deux fois et en agitant circulairement; on laisse au bain-marie une demi-heure et on laisse refroidir. On filtre comme avant : on continue ces lavages jusqu'à ce qu'un papier de tournesol ne rougisse plus après un quart d'heure de séjour dans la dernière eau de lavage. On laisse sécher le filtre et égoutter les acides; on dissout ceux-ci dans un peu d'éther qu'on fait passer sur le filtre et qu'on reçoit dans une capsule tarée, on sèche à 110° et on pèse.

La table suivante donne le rendement des glycérides en acide et en glycérine, pour 100 parties :

	Poids moléculaire.		Rendement %.	
	Acide.	Glycér.	Acide.	Glycérine.
Acide stéarique........	284	890	95,73	10,34
— oléique............	282	884	95,70	10,41
— margarique........	270	848	95,52	10,85
— palmitique.........	256	806	95,28	11,41
— myristique.........	228	722	94,47	12,74
— laurique...........	200	638	94,04	14,42
— caprique...........	172	594	93,14	15,48
— caproïque..........	116	386	90,16	23,83
— butyrique..........	88	302	87,41	30,46

La plupart des huiles et graisses donnent de 94,5 à 96; les huiles de poisson donnent moins, et, suivant qu'on a séparé les parties solides et enrichi par conséquent la partie liquide en glycérides solubles et volatils, on obtient de 94 à 66 pour 100. Le baume donne de 85 à 88,5 pour 100 et l'huile de coco ou de noyaux de palme, 86 à 87.

En lavant à la benzine ou à l'éther de pétrole le savon desséché au bain-marie et divisé à l'aide d'un agitateur, puis évaporant ce dissolvant dans un vase taré, on a le poids de la matière non saponifiable, graisse minérale ou résine.

Chiffre d'acétyle. — Il est en rapport avec les acides hydroxylés de la série ricinoléique ou oxylinoléique.

On isole d'abord les acides gras comme pour prendre leur point de fusion : on fait bouillir pendant 2 heures 25 grammes de ces acides avec 20 grammes d'anhydride acétique, on ajoute ensuite 1/2 litre

d'eau et quelques fragments de pierre ponce et on fait bouillir 10 minutes, puis on siphonne l'eau en la remplaçant par de nouvelle eau chaude, jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus acide au tournesol. On récolte les acides ainsi acétylés, on détermine l'acidité sur 4 à 5 grammes dissous dans l'alcool, au moyen de potasse alcoolique titrée en présence de phtaléine du phénol, et d'autre part sur 3 à 4 grammes on détermine le chiffre de Kœttstorfer; on ramène les deux déterminations à 1 gramme d'acide : la différence entre les quantités de potasse consommées est le *chiffre d'acétyle*.

La détermination peut du reste se faire sur une seule prise d'essai, en saturant l'acidité, ajoutant un volume donné de potasse en excès, chauffant et titrant la potasse en excès avec les précautions indiquées plus haut.

Le chiffre d'acétyle est surtout commode avec les huiles de ricin, de poisson et les huiles siccatives oxydées. Les autres huiles donnent de 0 à 5; voici celles qui donnent plus de 5 :

Coton	16,6	Noyaux d'olive	22,5
Croton	8,5	Noyaux de pêche	6,4
Chènevis	7,5	Ricin	153,4
Lin	8,5	Colza	6,3
Amandes douces	5,8	Sésame	11,5
Pavot œillette	13,1	Pépins de raisin	144
Noix	7,6	Beurre de vache	9

Indice d'iode ou chiffre de Hübh — C'est la quantité d'iode fixée par les acides non saturés de 100 parties de graisse. Voici sa valeur pour les acides gras purs :

Acide hypogéique	100,00	Acide linoléique	181,43
— oléique	90,07	— linolénique	274,10
— érucique	75,15	— ricinoléique	85,21

Pour déterminer ce nombre, dans un vase conique de 180 cc. bouché à l'émeri on pèse au milligramme près 0,3 à 0,4 gr. pour les huiles siccatives, 0,4 à 0,5 gr. pour les autres, et on ajoute 10 cc. de chloroforme pur mesuré exactement; pour les acides gras il est inutile d'ajouter de ce dernier, ils sont solubles dans l'alcool.

Les solutions titrées sont : de l'iode à 5 pour 100 dans l'alcool à 95 pour 100; du bichlorure de mercure à 6 pour 100 dans l'alcool de même titre; enfin de l'hyposulfite normal-décime (table **255**) et de l'empois d'amidon à 2 pour 100.

On prépare en outre un ballon semblable contenant également, s'il y a lieu, du chloroforme pour l'essai à blanc.

On introduit alors dans chaque vase 20 cc. d'iode et 20 cc. de bichlorure et on laisse réagir 3 heures à la température ordinaire; le mélange doit rester fortement brun, il doit y avoir au moins 30 pour 100 d'iode en excès.

Dans chaque vase on ajoute ensuite 20 cc. de solution à 10 pour 100 d'iodure de potassium dans l'eau, et on titre l'iode en excès par l'hyposulfite, en s'aidant à la fin de quelques gouttes d'amidon, et s'arrêtant à la décoloration.

La différence des volumes employés est calculée en iode à 0,0126 grammes par cc., et ramenée à 100 parties de graisse.

Le chiffre de Hübl est le même à 5 unités près environ pour les acides que celui des huiles dont ils dérivent.

Il est souvent avantageux de déterminer le chiffre de Hübl sur les acides gras liquides par le procédé Bockairy : On pèse 2 grammes d'acides gras, on dissout dans 25 cc. d'alcool à 95 pour 100 dans un vase conique, on chauffe au bain-marie et on précipite par 10 cc. d'une solution chaude saturée d'acétate de plomb dans l'alcool. On laisse digérer une heure à la température ordinaire, puis une heure dans une cuve d'eau à température constante de 15°. Les sels plombiques des acides solides sont précipités, entraînant un peu d'acides liquides; on filtre, on ajoute un peu d'acide nitrique et on remplit d'eau chaude : les acides liquides viennent surnager à l'état pur. On les rassemble avec un tube effilé et on en pèse 0,2 à 0,3 grammes dans le vase conique, pour en prendre le chiffre Hübl: inutile alors d'ajouter du chloroforme.

On peut ainsi déterminer facilement la proportion d'huile ou de margarine de coton dans l'huile d'olives ou le saindoux.

Outre les chiffres portés au tableau **320**, voici quelques valeurs pour les huiles moins communes :

Huile de tournesol	129	Huile de pépins de raisin..........	94
— Lallemantia iberica.........	162	— pieds de mouton ou de cheval.	70
— ravenelle......	105	— dauphin.......	99
— maïs..........	119	— marsouin......	77
— pignon d'Inde..	127	— menhaden.....	148
— thon..........	144		

Procédé Livache. — Il est basé sur l'augmentation de poids des huiles en présence de plomb divisé, et donne de bonnes indications sur la valeur des huiles siccatives.

On dissout un sel de plomb dans l'eau, on précipite le métal par le zinc, on lave le dépôt à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, et on sèche dans le vide.

Sur un grand verre de montre, on étale 1 gramme environ de métal, on pèse exactement, on humecte de 0,5 grammes environ

d'huile, versée goutte à goutte avec un tube effilé de manière à espacer les gouttes; on pèse : par différence on a le poids de l'huile. On laisse à l'air libre en lieu bien éclairé, en pesant tous les jours pendant trois jours, puis le cinquième et le septième jour, jusqu'à poids constant.

On observe, par exemple, au bout de deux jours :

Huile de lin	14,3 %
— noix	7,9
— pavot	6,8
— coton	5,9
— faine	4,3

Les huiles suivantes n'ont rien donné pendant les deux premiers jours; le septième on a eu :

Huile de colza	2,9 %
— sésame	2,4
— arachides	1,8
— navette	2,9
— olive	1,7

Une huile de lin est d'autant meilleure que l'absorption est plus rapide et plus vite complète.

Échauffement sulfurique. — Il donne des indications utiles, à la condition d'être toujours pratiqué dans des conditions identiques de concentration d'acide, de forme de vase, de manière d'agiter : nous opérons avec l'acide de densité 1,842 et dans des verres à pied de 125 cc. triés, de poids et de forme de fond identiques autant que possible ; le thermomètre a une boule sphérique et marque de 0 à 120°. Pour les huiles siccatives, une échelle plus longue devient nécessaire ; les parois de la boule doivent avoir une épaisseur suffisante pour en permettre l'emploi comme agitateur.

Dans le verre on pèse 20 grammes d'huile ; on y plonge le thermomètre suspendu à une potence, la boule au milieu de l'huile : on note le degré, puis avec une pipette spéciale on fait couler 20 grammes d'acide sulfurique. Par une agitation circulaire on mélange les couches et on suit le thermomètre; on note le degré maximum obtenu : en retranchant la température primitive, on a le degré d'échauffement.

Les nombres de la table **323** ont été obtenus avec l'acide commercial de densité 1,835 : ils sont plus faibles que les nôtres; du reste,

chaque observateur doit se faire sa table dans les conditions qu'il adoptera.

Coloration sulfurique. — Dans un verre de montre on verse 1 cc. d'huile, et on laisse tomber au milieu une goutte d'acide sulfurique concentré ; on observe la couleur des stries formées d'abord et qui passent rapidement au brun.

Jaune plus ou moins verdâtre : olives, œillettes, amandes, arachides, noisette, ricin ;

Vermillonné : colza, navette, lin, sésame, cameline, faîne, poisson, abricot ;

Jaune-brun : noix, coton ;

Vert-émeraude : chènevis ;

Violet pur : foie de morue ; bleuâtre : moutarde.

Acide sulfonitrique, réactif Behrens. — On mélange parties égales d'acide sulfurique de densité 1,84 et d'acide nitrique à 40° Baumé, en refroidissant. Dans un tube à essais on mélange volumes égaux de réactif et d'huile sans agiter et avec précaution.

L'huile de sésame donne une coloration vert-pré, passant rapidement au rouge et au brun, très sensible.

Les autres colorations sont moins sensibles et passent assez vite au brun noir :

Jaune clair : olives, abricot ;

Verdâtre : moutarde, colza, navette ;

Vermillonné : noix, noisette, faîne ;

Rose sale : œillette, amandes, ricin.

Acide nitrique et mercure. — Dans un verre à pied on pèse 10 grammes d'huile, et avec une pipette spéciale on fait couler 5 grammes d'acide nitrique à 40° Baumé ; on mélange avec une baguette et on plonge dans une cuve d'eau à courant et température constants ; on note la couleur de l'huile surnageante.

Les huiles d'amandes et de noisettes restent incolores ; l'huile d'olives prend une couleur vert-pomme caractéristique passant au jaune ocre ; les autres huiles deviennent brun plus ou moins foncé et rougeâtre.

On ajoute alors, au moyen d'une pipette spéciale, 1 gramme de mercure, on laisse dissoudre, toujours dans la cuve ; puis on agite vivement pendant 1 minute, on remet dans la cuve, et au bout de 20 minutes on agite de nouveau 1/2 minute. Après 40 minutes en tout, on vérifie la consistance du culot toutes les cinq minutes, puis tous les quarts d'heure. S'il s'agit d'huiles d'olive, au bout de 45 à 60 minutes le culot se détache d'une pièce et a une couleur verdâtre. Les autres huiles mettent plus de temps à se solidifier : la noisette est incolore ; l'arachide et le coton, oranges ; la solidification est incomplète avec coloration jaune plus ou moins orangée pour les autres.

Les huiles de chènevis, de pavot œillette et de ricin, l'acide oléique, ne se solidifient pas.

Réactions spéciales. — L'huile d'olive donne avec la soude caustique un savon dur et jaunâtre; le lin, le chènevis et les poissons donnent des savons bruns.

Avec la litharge, on a un emplâtre solide; avec les huiles de navette, d'amandes et de sésame, un emplâtre mou.

Les huiles de poisson se colorent en noir par le chlore.

Les huiles de crucifères et de sésame du Kurrachee, contenant du soufre, saponifiées par la potasse, donnent un sulfure caractérisé par un sel d'argent ou par le nitroprussiate.

Pour l'huile d'arachides, on mélange 13 cc. d'eau avec 100 cc. d'alcool à 95 pour 100, puis on y dissout 11 grammes de potasse caustique. Dans un vase conique on mélange 20 cc. d'huile et 40 cc. du réactif ci-dessus, on saponifie au bain-marie jusqu'à limpidité, et on porte dans une cuve d'eau courante à 12-15°. En présence d'huiles d'arachides, il se dépose des cristaux d'arachidate de potasse dont l'acide, séparé et cristallisé dans l'alcool à 70 pour 100, fond à 72°. L'huile de coton donne aussi un dépôt cristallisé.

L'huile de sésame donne une belle coloration rouge-cerise quand on la chauffe légèrement avec la moitié de son volume d'acide chlorhydrique pur et une pincée de sucre. Cette réaction est plus nette en opérant sur les acides gras extraits de l'huile.

L'huile de coton, et mieux les acides gras qu'elle fournit, réduisent à chaud le nitrate d'argent alcoolique : on prend 5 cc. d'huile, 25 cc. d'alcool à 98 pour 100 et 5 cc. d'une solution à 1 pour 100 de nitrate dans l'alcool absolu pur. Agitée avec son volume d'acétate de plomb et de l'ammoniaque, elle développe une coloration orangée : cette réaction lui est commune, à un moindre degré, avec les huiles de sésame, d'abricot, d'amandes douces; l'huile de moutarde fournit une coloration brun-chocolat.

La *consistance* des huiles de graissage se détermine en pesant ou mesurant une quantité déterminée d'huile, l'introduisant dans un tube effilé et mesurant le temps qu'elle met à s'écouler. Si l'huile est trop épaisse ou solide, on chauffe le tube dans un bain d'eau ou de vapeur à température fixe (acétone, alcool, eau, etc.). On compare avec le temps que nécessite l'écoulement d'une même quantité d'huile type : les consistances sont en rapport direct des temps employés à l'écoulement.

L'essai est le même pour les huiles hydrocarburées.

On vérifie la qualité d'une *huile tournante* en remplissant à moitié un verre de lessive de soude à 4° Baumé, et y versant successivement 10 gouttes d'huile; si celle-ci s'émulsionne de suite en donnant un mélange laiteux et parfaitement combiné, et si, après avoir fait passer le tout dans un autre verre, on n'observe point de globules huileux à la surface, l'huile est bien tournante.

(323) *Caractères principaux de quelques huiles pures* (ARNAVON).

	Densité à 15°.	Chaleur par H^2SO^4 commercial.	Point de solid. des acides.	Densité des acides à 30°
Amandes douces	918,2	49°	12°	893,0
Aouara (astrocaryum vulgare)	916,5	35	31	890,8
Arachide	918	46	28	891,8
— décortiquée	919	46	28	891,8
Baobab (Madagascar)	919,5	47	29,5	895
Botha ou lentisque	920	45	29	891,9
Chanvre (chènevis)	923	74	8	898,4
Colza	915	49	18	888,5
Coton épuré	922,5	65	32	899
Faîne	920	59	14	892
Lin	935	104	19	910,2
Moutarde	918,5	53	11	892
Navette	917	56	17	891,5
Niger (Inde)	926	75	26	898
Noix	927,5	88	9	902
Noix de Bakoul (Indo-Chine)	927,5	91	11	901,5
Olive à bouche	916,5	37	19	888,6
— à fabrique	915,5	37,5	21	888,6
Pavot-œillette	925	74	17	897,5
Pulghère (Afrique)	920	52	27	891,7
Pulpe d'olives	920	37,5	20	891,8
Ravison (mer Noire)	921	56	6	891,9
Ressence d'olives	922	38,5	22	892,5
Ricin à fabrique	964	52		
Sésame à froid	923	58	22	898,4
— à chaud	924	58	22	898,4
— du Levant	926,5	58	22	899,2
Azyme (Madagascar)	915	»	46	
Castanha (Mozambique)	918,5	43	39	
Coco (Antilles)	925,5	18,5	29	898,6
Coprah (Afrique, Inde)	925	18	28	894,1
Illipé (Inde)	915,5	32,5	43	889
Maffourère (côte d'Afrique)	920,5	30	50	892
Palme	915,5	»	44	888,4
Palmiste (Guyane)	924	20	28	893,1
Rénéhala (Madagascar)	918,5	46	35	891,9
Suif végétal (Indo-Chine)	911,5	»	53	
Graisse de cheval	918,5	42	37	891,8
Saindoux	917	»	38	
Suif animal	918	»	46	
Acide oléique de suif		30	variable.	889

(324) *Bougies et acide stéarique.*

Recherche de la paraffine. — On chauffe à l'ébullition 200 à 300 cc. de lessive de potasse d'une densité de 1,15 et on ajoute 6 grammes de bougie à examiner. Après une demi-heure, on précipite par un léger excès de chlorure de calcium. Si on soupçonnait la présence d'une forte quantité de paraffine, on ajouterait à la lessive un peu de carbonate de potassium. On lave le savon calcaire à l'eau chaude, on le sèche à 100° et on le pèse. On prend la moitié ou le tiers de la masse qu'on pulvérise finement; puis on l'épuise dans un appareil de déplacement, analogue à celui de Gerber [1], au moyen de l'ether de pétrole, bouillant au-dessous de 100°. On distille ensuite celui-ci, et le résidu, pesé dans l'appareil même, représente la paraffine; on ramène son poids à la masse totale, puis à 100 parties de bougie.

Recherche de l'arsenic. — On fait brûler une bougie pendant une heure dans une allonge dont les parois sont humectées d'eau, en renouvelant cette eau lentement. Dans cette eau, additionnée des eaux de lavage de l'allonge, on recherche l'arsenic par l'appareil de Marsh.

Recherche du suif et de la glycérine. — On fait bouillir 50 cc. d'eau, on ajoute 5 grammes d'acide stéarique et 2 grammes de litharge finement pulvérisée, de telle sorte que cette dernière soit en excès, ce que l'on reconnaît à la couleur rosée du savon. Après refroidissement, on récolte celui-ci avec une spatule et on l'introduit dans un ballon qu'on peut fermer et agiter de temps en temps avec de l'éther. Après 3 heures, on filtre et on ajoute à l'éther de l'hydrogène sulfuré qui indique la présence de l'oléate de plomb soluble dans l'éther. D'un autre côté, le liquide aqueux, filtré pour enlever les dernières traces de savon plombique, ne doit pas noircir par l'hydrogène sulfuré; s'il se produit du sulfure de plomb, après l'avoir séparé par filtration, on évapore à sec au bain-marie; un résidu sirupeux indique probablement la glycérine. On vérifie sa nature en le chauffant avec un peu de bisulfate de potassium dans un tube : la glycérine, dans ce cas, produit de l'acroléine, reconnaissable à son odeur et à son action irritante sur les yeux. On condense les vapeurs dans un tube, et on vérifie si elles réduisent le nitrate d'argent ammoniacal. On peut également comparer les points de fusion de la matière de la bougie et celui des acides gras provenant de la saponification de la même matière, en opérant suivant la table 317.

1. *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 342. L'appareil se trouve chez MM. Alvergniat. C'est un ballon soufflé, surmonté d'une allonge où l'on place le filtre, et qui est relié avec un réfrigérant ascendant

(325) *Essai des beurres.*

Eau. — On sèche 10 grammes de beurre dans une capsule de platine pendant 6 heures à 100°.

On incinère ensuite pour avoir le poids des cendres. On dose le chlorure de sodium dans ces cendres par le sulfocyanure.

On admet d'ordinaire 15 pour 100 comme limite de l'eau et 1/2 pour 100 de cendres.

Les beurres salés renferment en outre de 3 à 10 pour 100 de sel, suivant qu'ils sont demi-sel ou salés ; on ajoute quelquefois du sucre et du salpêtre.

Impuretés. — On traite 10 grammes de beurre par l'éther et on pèse le résidu séché, formé de caséine, lactose, etc. Les beurres mal préparés renferment jusqu'à 3 pour 100 de caséine.

En général, on considère un beurre renfermant moins de 80 pour 100 de matière grasse comme n'étant pas marchand.

Margarine. — Parmi les nombreux procédés pour la recherche de la margarine, nous recommandons de se limiter aux essais de Kœttstorfer et de Reichert-Meissl (table **326**).

Le tableau ci-joint donne les constantes du beurre et des diverses graisses.

(326) *Constantes du beurre et des graisses animales.*

	Beurre.	Oléomarg.	Suifs. Bœuf.	Suifs. Mouton.	Saindoux
Densité à 100° (flacon).	0,8672	0,8598	0,860	0,860	0,8605
Point de fusion.......	31	var.	45	50	40,42
— de sol. des acides.	38–40	40 var.	43–4	46	37
Nombre Hehner......	85–89	95,6	95,65	95,5	95,8
— Kœttstorfer...	220-233	195	195.7	195,2	195,8
— Reichert-Meissl.	26–32	0,5–3	0,2	0,2	0
— Hübl.........	26–35	55	35,40	37	57,60

Pour le procédé Kœttstorfer, soit n le nombre trouvé, la proportion de margarine est donnée par la formule

$$227 - (2,85 \times n).$$

Et. pour le procédé Reichert-Meissl, soit n le nombre de centimètres cubes de potasse décime, la proportion de beurre est $3,5\,n$, et la proportion de margarine est donnée par différence.

Pour ces deux procédés, on préparera le beurre en le faisant fondre dans une capsule de porcelaine, décantant la couche de graisse sur un filtre chauffé dans une étuve avec un ballon qui recevra la graisse purifiée et sèche, dont on pèsera les quantités voulues.

On tirera d'utiles indications dans l'opposition des résultats fournis par les deux procédés indiqués.

Outre les variations saisonnières de composition du beurre qui

sont en rapport avec l'alimentation et le régime, nous devons ajouter que les rations exagérées de tourteaux introduisent dans le beurre des quantités notables de graisse, et que ces beurres se comportent comme des beurres fraudés ; mais le goût d'huile qu'ils manifestent suffit à les rendre non marchands.

Agents conservateurs. — On agite le beurre avec de l'eau tiède, et on laisse refroidir; dans cette eau, les réactifs habituels décèleront la présence de borax, de bicarbonate de sodium, d'acide salicylique.

Colorants. — Le beurre est agité avec de l'alcool faible tiède; celui-ci est décanté et évaporé. Le beurre pur ne cède rien.

Le rocou donne un résidu rouge-brun, qui bleuit par l'acide sulfurique.

Le curcuma donne un résidu rouge-brun, brun par l'acide chlorhydrique, brun foncé par les alcalis; la solution dans l'alcool ou la benzine est fluorescente.

Le safran donne un précipité orange par le sous-acétate de plomb.

La carotte devient verte par les alcalis.

Les dérivés nitrés et azoïques se reconnaissent à leurs réactions.

Le spectroscope donnera aussi d'utiles indications.

Le colorant le plus employé, et toléré, est une solution de rocou, quelquefois avec un peu de curcuma, dans l'huile de sésame.

Rancidité. — On donne comme limite le nombre de Bürstynn de 8.

(327) *Graisses solides et cires.*

	Densité à 15°.	Point de fusion.	Kœttstorfer.	Hübl.
Huile de palme.....	0,945	27-42	202	51
— de palmiste...	0,952	23-28	247	10-17
— de coco.......	0,925	20-28	257	9
Beurre de cacao.....	0,950	30-32°	192	34
— de muscade..	0,990	45-51		31
Suif végétal de Chine.	0,918	44		
Suif de Malabar.....	0,915	36°,5	192	
Beurre de Shea.... .	0,953	28		
— d'Illipé......	0,917	25	193	
— de Dika......		30		31
— de Bicuhyba..		39	219	9,5
Margarine de coton..		40		90
Graisse d'os.........	0,914	21	191	47
Graisse d'oie........		33	193	71
Cire d'abeilles.......	0,965	62	95	8-11
— de carnauba...	0,999	84	84	
— d'arbres..... ..	0,970	82	63	
— de myrica......	1,000	43	211	
— du Japon.......	0,977	51		
Blanc de baleine......	0,940	45	124	

Section IX. — Sucre et Fécule.

Voyez aussi table 132.

(328) *Densités des solutions de sucre de canne et de raisin donnant leur richesse en sucre de canne et de raisin* (POHL).

Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.	Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.
1,0080	1,0072	2	1,0616	1,0616	15
1,0201	1,0200	5	1,0704	1,0693	17
1,0281	1,0275	7	1,0838	1,083	20
1,0405	1,0406	10	1,0929	1,0909	22
1,0487	1,0480	12	1,1068	1,1021	25

(329) *Solubilité de la chaux dans les solutions sucrées.*

Sucre dans 100 p. eau.	Densité du sirop.	Densité après saturation par la chaux.	100 p. du résidu séché à 120° contiennent	
			Chaux.	Sucre.
40	1,122	1,179	21	79
35	1,110	1,166	20,5	79,5
30	1,096	1,148	20,1	79,9
25	1,082	1,128	19,8	80,2
20	1,068	1,104	18,8	81,2
15	1,052	1,080	18,5	81,5
10	1,036	1,053	18,1	81,9
5	1,018	1,026	15,3	84,7

(330) *Preuve pour la richesse des sirops*

Sucre °/₀.	Eau °/₀.	Nom de la preuve.	Température d'ébullition du sirop sous la pression ordinaire de 0m,76.
93,75	4,25	Grand cassé.	128°,5
92,67	7,33	Petit cassé.	122
91	9	Grand soufflé.	121
89	11	Petit soufflé.	116
88	12	Crochet fort.	112
87	13	Crochet léger.	110,5
85	15	Filet.	109

(331) *Richesse en sucre des masses cuites (grains et sirop)* (MAUMENÉ).

Poids du litre.	Sirop de D = 1,400.	Sucre cristallisé.	Sucre total.	°/₀.
gr.	gr.	gr.	gr.	
1405	1334,75	70,25	1090,378	77,606
1410	1304,325	105,675	1102,562	78,197
1415	1273.50	141,50	1114,812	78,783
1420	1242,415	177,585	1127,155	79,376
1425	1211,25	213,75	1139,480	79,964
1430	1179,825	250,175	1151,885	80,549
1435	1148	287,0	1164,390	81,142
1440	1115,915	324,085	1176,955	81,735
1445	1083,75	361,25	1189,540	82,320
1450	1051,325	398,675	1202,177	82,907
1455	1018,50	436,50	1214,975	83,504
1460	985,415	474,585	1227,705	84,091
1465	952,250	512,755	1240,216	84,676
1470	918,825	551,175	1253,402	85,264
1475	885	590,000	1266,391	85,857
1480	850,915	629,085	1279,431	86,449
1485	816,75	668,25	1292,447	87,032
1490	782,325	707,675	1305 569	87,622
1495	747,5	747,5	1328,862	88,217
1500	712,415	787,585	1332,055	88,804
1505	677,25	827,75	1345,335	89,390
1510	641,825	868,175	1357,571	89,885
1515	606	909	1372,155	90,572
1520	569,915	950,085	1385,651	91,162
1525	533,75	991,25	1399,232	91,753
1530	497,325	1032,675	1412,756	92,337
1535	460,5	1074,45	1426,454	92,927
1540	423,415	1116,585	1440,182	93 519
1545	386,25	1153,75	1453,917	94,103
1550	348,825	1201,175	1467,959	94,696
1555	311	1244	1481,692	95,286
1560	272,915	1287,085	1495,658	95,876
1565	234,75	1330,25	1509,632	96,463
1570	196,325	1373,675	1523,706	97,050
1575	157,5	1417,5	1537,873	97,643
1580	118,415	1461,585	1552,077	98,232
1585	79,25	1505,75	1566,319	98,822
1590	39 825	1550,175	1580,609	99,409
1595	0	1595	1595	100,000

(332) *Dosage du sucre.*

1° Au moyen du poids spécifique.

Cette méthode n'est applicable qu'aux solutions de sucre pur. On détermine la densité au moyen du flacon à densité ou d'un aréomètre très fin; en se reportant à la table des poids spécifiques des solutions du sucre (tables 132, 328) on trouve la teneur cherchée. Si on emploie le sucromètre, on lit directement la teneur en sucre; il faut dans ce cas tenir compte de la température.

Pour les densimètres donnant le millième, la correction est de 0,2 environ par degré de température, additive au-dessus de 15 à 25°, soustractive de 10 à 15°.

2° Par la liqueur de Fehling.

Cette méthode repose sur ce fait que 5 molécules de sulfate de cuivre ($CuSO^4 + 5H^2O$), en solution tartrique alcaline, sont ramenés à l'état d'oxydule par 1 molécule de glucose ($C^6H^{12}O^6$). Le sucre de canne est sans action sur la liqueur de Fehling et doit être interverti ou ramené à l'état de glucose.

Les recherches de M. Soxhlet ont montré que la quantité d'oxyde de cuivre réduit varie un peu suivant l'état de dilution. Ainsi, en employant des solutions de sucre à 1 pour 100, 1 molécule de sucre réduit le nombre suivant de molécules d'oxyde de cuivre :

	Fehling pur.	Avec 4 volumes d'eau.	10 c. de Fehling pur	10 c. de Fehling dilué
Glucose anhydre..	5,26	5,06	0,0475	0,0500
Lévulose.........	5,07	4,86	0,0514	0,0536
Lactose.........	3,7	3,7	0,0647	0,0647
Lactose interverti.	4,9	4,7	0,0509	0,0536
Sucre interverti...	5,06	4,85	0,0500	0,0521
Maltose.........	3,04	3,21	0,0793	0,0747

Les solutions de liqueur de Fehling ou cupropotassique (table 333) doivent être conservées dans un lieu obscur, la lumière les altérant.

On prend 10 cc. de la liqueur normale, auxquels on ajoute 40 ou 50 cc. d'eau distillée, puis on chauffe à l'ébullition. Elle est propre à être employée, si pendant l'ébullition il ne se dépose pas de protoxyde de cuivre et si la liqueur reste claire. Dans tous les cas, il est utile d'ajouter avant l'ébullition, et afin d'être sûr que la liqueur ne précipitera pas, un peu de soude caustique. On vérifie chaque fois le titre, avec 0gr,0475 de sucre de canne pur qu'on dissout dans 10 cc. d'eau additionnée de 1 cc. d'acide chlorhydrique, et qu'on chauffe pendant quelque temps à 70° pour l'intervertir.

10 cc. de la solution de Fehling renferment 0,3465 de sulfate de

cuivre correspondant à 0,05 de glucose ou 0,0475 de sucre de canne (95 parties de sucre de canne donnent par l'interversion 100 parties de sucre interverti). Mais le titre peut varier.

La liqueur de M. Pasteur et celle de M. Boussingault (table 333) doivent être titrées par un essai spécial avec le sucre interverti.

La solution de glucose ou de sucre interverti doit être étendue de manière qu'elle ne renferme pas plus de 1/2 pour 100 de sucre. C'est cette solution que l'on laisse tomber goutte à goutte au moyen d'une burette dans les 10 cc. de liqueur cuivrique étendus de 2 ou 3 vol. d'eau et d'un peu de potasse, maintenus à l'ébullition jusqu'à ce que la couleur bleue ait entièrement disparu.

La solution de sucre doit être ajoutée très lentement, de manière que le liquide caustique ne soit pas sensiblement refroidi.

3° Par la fermentation.

D'après l'équation $C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + 2C^2H^6O$, 100 parties de glucose doivent donner 48,89 parties d'acide carbonique; cependant on n'en obtient jamais que 47, à cause des produits secondaires. On prend environ 3 grammes de sucre, on les dissout dans 4 parties d'eau ou 12 grammes et on ajoute un petit peu de levûre de bière, dans un petit appareil qui permet de doser l'acide carbonique dégagé, puis on dispose le tout dans un endroit modérément chaud, après l'avoir pesé. Quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, ce qui exige plusieurs jours, on aspire de l'air à travers l'appareil et on pèse de nouveau. Le poids d'acide carbonique trouvé en grammes, multiplié par $\frac{100}{47}$, donne la quantité de glucose, d'où on déduit la quantité de sucre de canne correspondante.

Il est bon de vérifier, dans une opération conduite de la même façon, si la levûre ne dégage pas par elle-même de l'acide carbonique.

4° Méthodes optiques.

Elles sont fondées sur l'action des solutions de sucre sur la lumière polarisée, action analogue à celle d'une plaque de quartz, perpendiculaire à l'axe. Les degrés du polarimètre, du polaristrobomètre, de l'appareil à pénombres de Cornu, indiquent directement la rotation du plan de polarisation; ceux du saccharimètre de Soleil indiquent, en *centièmes de millimètre*, l'épaisseur de quartz qui équivaut par son action optique à la solution sucrée; ils indiquent directement la richesse des sucres si l'on en pèse une quantité convenable. Le saccharimètre de Laurent porte une division angulaire comme le polarimètre de Biot, et en outre une division saccharimétrique qui représente aussi des centièmes de millimètre de quartz. Dans ce dernier appareil on opère avec la lumière monochromatique jaune du sodium, l'emploi du jaune moyen dans l'appareil de Soleil amenant quelques incertitudes. En France on n'emploie guère que le polarimètre à pénombres, ou le saccharimètre de Soleil.

(333) *Préparation de la liqueur* de FEHLING.

1° Dissoudre $34^{gr},65$ de sulfate de cuivre cristallisé et pur dans 200 cc. d'eau distillée.

2° Dissoudre 173 grammes de tartrate de sodium et de potassium dans 480 cc. de lessive de soude d'une densité de 1,14. On verse peu à peu la première solution dans la seconde, puis on étend le tout de manière à faire 1 litre (1000 cc.) à la température normale de 17,5.

On amène cette solution à être équivalente exactement à $0^{gr},05$ de glucose ou de sucre interverti par 10 cc., et l'on se sert alors de la table suivante. Soit au contraire 1 titre de x en grammes de glucose pour 10 cc. de Fehling, n le nombre de centimètres cubes de liquide sucré employé pour 10 cc. de liqueur de Fehling. On a : grammes de sucre par litre $= \frac{x \times 1000}{n}$.

FORMULE DE M. VIOLETTE.

1° Faire dissoudre 260 grammes de sel de Seignette (tartrate double de potassium et de sodium) dans 200 grammes d'eau distillée, ajouter 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé.

2° Faire dissoudre $36^{gr},46$ de sulfate de cuivre cristallisé dans 140 grammes d'eau.

3° Mêler les deux solutions en versant la seconde dans la première, agiter et compléter 1 litre à la température de 15°.

Cette solution se conserve longtemps dans de petits flacons d'une centaine de grammes bouchés à l'émeri et dont le bouchon est recouvert de paraffine, et qu'on place ensuite dans un endroit obscur.

10 cc. de la liqueur de Violette correspondent à $0^{gr},050$ de saccharose (avant l'interversion) ou $0^{gr},05263$ de glucose ou de sucre interverti.

FORMULE DE M. PASTEUR.

La liqueur de Fehling présente l'inconvénient de laisser déposer du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière. M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable à la lumière.

On fait dissoudre séparément :

130 grammes de soude ;
105 — d'acide tartrique ;
80 — de potasse ;
40 — de sulfate de cuivre cristallisé.

On mélange et on complète le volume de 1 litre.

FORMULE EMPLOYÉE PAR M. BOUSSINGAULT.

1° Sulfate de cuivre cristallisé.................... 40 grammes.
Dissoudre dans 200 centimètres cubes.
2° Tartrate neutre de potassium.................. 160 grammes.
Soude caustique sèche....... .... 130 —
Dissoudre dans 600 centimètres cubes d'eau ; mêler et compléter 1 litre, faire bouillir quelques minutes après la préparation.

Cette liqueur est inaltérable et ne dépose pas spontanément d'oxydule de cuivre.

En nous plaçant dans les conditions habituelles, de solutions renfermant de 0,5 à 0,1 pour 100 de sucre réducteur, les volumes de liquide sucré employés pour 10 cc. de liqueur de Fehling renferment, en grammes par litre :

Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.	Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.
10	5,000	454	6,350	7,500	26	1,923	71	2,442	2,884
11	4,546	379	5,773	6,818	27	1,852	66	2,354	2,778
12	4,167	321	5,292	6,250	28	1,786	62	2,268	2,679
13	3,846	275	4,884	5,770	29	1,724	57	2,189	2,586
14	3,571	237	4,536	5,357	30	1,667	54	2,117	2,500
15	3,334	209	4,233	5,000	31	1,613	50	2,049	2,419
16	3,125	184	3,969	4,687	32	1,563	48	1,984	2,344
17	2,941	163	3,744	4,412	33	1,515	44	1,924	2,272
18	2,778	146	3,528	4,167	34	1,471	42	1,868	2,206
19	2,632	132	3,342	3,947	35	1,429	40	1,814	2,143
20	2,500	119	3,175	3,750	36	1,389	38	1,764	2,083
21	2,381	108	3,024	3,571	37	1,351	35	1,717	2,027
22	2,273	99	2,886	3,409	38	1,316	34	1,671	1,973
23	2,174	91	2,761	3,261	39	1,282	32	1,628	1,923
24	2,083	83	2,643	3,125	40	1,250		1,588	1,875
25	2,000		2,540	3,000					

Pour avoir la valeur en maltose et lactose hydratées, ajouter 1/19e ou multiplier par 100/95.

(334) *Méthode pondérale de* Soxhlet.

Il importe d'opérer toujours dans les mêmes conditions : On mélange, par exemple, 60 cc. de liqueur de Fehling (qui n'a pas besoin d'être titrée, et peut se préparer au moment même par le mélange du tartrate et du cuivre) et 60 cc. d'eau. On fait bouillir, on ajoute d'un coup 25 cc. de solution renfermant *au plus* 1 pour 100 de sucre, et, après deux minutes d'ébullition, on filtre dans un entonnoir spécial de la forme des anciens tubes à chlorure de calcium, de 12 centimètres de long et 13 millimètres de diamètre, dont la boule est à moitié remplie de fibres d'amiante pas trop molles et rangées aussi transversalement que possible ; le tube est lavé à l'eau bouillante, séché et pesé. On filtre le liquide bouillant, on lave à l'eau bouillante, à l'alcool, à l'alcool absolu, à l'éther. On ajuste le tube sur un appareil à hydrogène, et, quand l'éther est chassé, on chauffe doucement la partie qui renferme l'oxyde de cuivre ; on laisse refroidir, on déplace l'hydrogène par l'air et on pèse. On calcule en s'aidant de la table suivante :

Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.
10 mgr.	6,1 mgr.	50 mgr.	25,9 mgr.	300 mgr.	156,5 mgr.
20	11	100	50,9	400	212,9
30	16	200	102,6	463	249,9

(335) *Usage du saccharimètre* Soleil.

On dissout 16gr,35 de sucre dans environ 60 centimètres d'eau, on décolore, s'il y a lieu, par l'addition de 2 ou 3 centimètres cubes de sous-acétate de plomb (voy. sa préparation, t. 340), on étend à 100 centimètres cubes, et si le liquide est trouble, on le filtre. On en remplit un tube de 20 centimètres, et on ramène la teinte primitive. S'il n'y a que de la saccharose et des substances inactives, le nombre lu sur la graduation indique la quantité de sucre cristallisé dans 100 parties de la matière primitive.

Si d'autres sucres sont en présence, il faut pratiquer l'interversion. Le liquide primitif (50 cc.) sans sous-acétate de plomb est additionné de 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et fumant. On chauffe le tout à 68°. au bain-marie, on laisse refroidir et on en remplit un tube de 22 centimètres de long ; si on n'en a que de 20 centimètres, il faut multiplier le résultat par $\frac{11}{10}$ à cause de l'acide ajouté. Ensuite on emploie les tables de Clerget (table 337).

Si la liqueur renferme des alcalis ou des carbonates alcalins, ceux-ci diminuent le pouvoir rotatoire du sucre.

Les nombres suivants indiquent la quantité de sucre dissimulée par 1 partie de matière minérale :

	Solution renfermant		
	De 20 à 25 p. 100 de sucre.	10 p. 100 de sucre.	5 p. 100 de sucre.
1 p. de soude	1,319 à 1,114	0,907	0,450
1 p. de potasse	0,915	0,650	0,426
1 p. de carbonate de sodium	0,254	0.093	»
1 p. de carbonate de potassium	0,185	0,143	»

Si on sursature par de l'acide carbonique, il se forme des bicarbonates alcalins, et le sucre reprend en entier son pouvoir rotatoire.

Nota. Les nombres obtenus avec les tables de Clerget et la pesée de 16gr,35 sont un peu forts, la quantité de sucre équivalant à 1 millimètre de quartz étant voisine de 16gr 2 dans les circonstances de l'opération (A. Girard et de Luynes).

(336) *Dosage du glucose dans les urines.*

Le dosage par la liqueur de Fehling s'effectue comme d'habitude, seulement il faut étendre l'urine de telle sorte, qu'elle renferme 1/2 pour 100 de sucre et ajouter une plus grande quantité de potasse à la liqueur cuivrique.

On opère avec le saccharimètre Soleil ou l'appareil Laurent. On décolore par 1/10 d'acétate de plomb et l'on se sert du tube de 22 centimètres. Le nombre de degrés saccharimétriques multiplié par 2,06 donne la quantité de glucose en grammes par litre.

(337) *Table de Clerget pour corriger les indications du saccharimètre de Soleil dans l'essai des liquides sucrés.*

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C	20° C.	N.	N'.
1,39	1,37	1,34	1	1,64	36,17	35,53	34,85	26	42,51
2,78	2,73	2,68	2	3,27	37,57	36,90	36,19	27	44,15
4,16	4,10	4,02	3	4,91	38,94	38,25	37,53	28	45,78
5,56	5,46	5,36	4	6,54	40,34	39,60	38,87	29	47,42
6,95	6,83	6,70	5	8,17	41,74	40,97	40,21	30	49,05
8,35	8,19	8,04	6	9,81	43,12	42,33	41,55	31	50,69
9,74	9,56	9,38	7	11,44	44,51	43,70	42,89	32	52,33
11,13	10,93	10,72	8	13,08	45,90	45,07	44,23	33	53,97
12,52	12,29	12,06	9	14,71	47,20	46,43	45,57	34	55,60
13,91	13,66	13,41	10	16,35	48,68	47,80	46,91	35	57,24
15,30	15,03	14,75	11	17,99	50,08	49,16	48,25	36	58,87
16,69	16,40	16,09	12	19,62	51,47	50,53	49,59	37	60,50
18,08	17,77	17,43	13	21,26	52,86	51,90	50,93	38	62,14
19,47	19,14	18,77	14	22,89	54,25	53,26	52,27	39	63,77
20,86	20,51	20,11	15	24,52	55,64	54,63	53,63	40	65,40
22,26	21,88	21,45	16	26,16	57,03	55,99	54,96	41	67,03
23,65	23,25	22,79	17	27,79	58,42	57,36	56,30	42	68,67
25,04	24,62	21,13	18	39,43	59,81	58,73	57,64	43	70,31
26,43	25,90	25,47	19	31,06	61,20	60,09	58,98	44	71,95
27,82	27,31	26,81	20	32,70	62,59	61,46	60,32	45	73,58
29,21	28,68	28,15	21	34,34	63,99	62,82	61,66	46	75,22
30,60	30,05	29,49	22	35,98	65,38	64,19	63,00	47	76,85
31,99	31,42	30,33	23	37,61	66,77	65,56	64,34	48	78,48
33,38	32,79	32,16	24	39,25	68,17	66,92	65,68	49	80,12
34,77	34,16	33,51	25	40,88	69,57	68,29	67,03	50	81,75

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.
70,95	69,66	68,37	51	83,38	126,6	124,3	122,0	91	148,7
72,34	71,02	69,71	52	85,01	128,0	125,6	123,3	92	150,4
73,73	72,39	71,05	53	86,65	129,4	127,0	124,7	93	152,1
75,12	73,76	72,40	54	88,29	130,8	128,4	126,0	94	153,7
76,51	75,12	73,74	55	89,93	132,2	129,7	127,4	95	155,3
77,90	76,49	75,08	56	91,56	133,6	131,1	128,7	96	156,9
79,29	77,85	76,42	57	93,20	134,9	132,5	130,0	97	158,6
80,68	79,22	77,76	58	94,83	136,3	133,8	131,4	98	160,2
82,07	80,59	79,10	59	96,46	137,7	135,2	132,7	99	161,9
83,46	81,94	80,43	60	98,10	139,1	136,6	134,0	100	163,5
84,86	83,31	81,78	61	99,73	140,5	137,9	135,4	101	165,1
86,25	83,68	84,12	62	101,4	141,9	139,3	136,7	102	166,8
87,64	86,05	84,46	63	103,0	143,3	140,7	138,1	103	168,4
89,02	87,43	85,80	64	104,6	144,7	142,0	139,4	104	170,0
90,41	88,80	87,14	65	106,3	146,0	143,4	140,8	105	171,7
91,81	90,16	88,48	66	107,9	147,4	144,8	142,1	106	173,3
93,20	91,54	89,82	67	109,5	148,8	146,1	143,4	107	174,9
94,59	92,90	91,16	68	111,2	150,2	147,5	144,8	108	176,6
96,00	94,25	92,50	69	112,8	151,6	148,8	146,1	109	178,2
97,38	95,60	93,83	70	114,4	153,0	150,2	147,4	110	179,8
98,77	96,96	95,17	71	116,1	154,4	151,6	148,8	111	181,5
100,2	98,33	96,51	72	117,7	155,8	153,0	150,1	112	183,1
101,6	99,70	97,85	73	119,3	157,2	154,4	151,5	113	184,7
102,9	101,1	99,19	74	121,0	158,6	155,7	152,8	114	186,4
104,3	102,4	100,5	75	122,6	160,0	157,0	154,2	115	188,0
105,7	103,8	101,9	76	124,2	161,3	158,4	155,4	116	189,7
107,1	105,2	103,2	77	125,9	162,7	159,8	156,8	117	191,3
108,5	106,5	104,5	78	127,5	164,1	161,2	158,2	118	192,9
109,9	107,9	105,9	79	129,1	165,5	162,5	159,5	119	194,6
111,3	109,3	107,2	80	130,8	166,0	163,9	160,8	120	196,2
112,7	110,9	108,6	81	132,4	168,3	165,3	162,2	121	197,8
114,1	112,0	109,9	82	134,1	169,7	166,6	163,5	122	199,5
115,5	113,3	111,3	83	135,7	171,1	168,0	164,9	123	201,1
116,9	114,7	112,6	84	137,3	172,5	169,4	166,2	124	202,7
118,2	116,1	113,9	85	139,0	173,9	170,7	167,6	125	204,4
119,6	117,4	115,3	86	140,6	175,3	172,1	168,9	126	206,0
121,0	118,8	116,6	87	142,2	176,6	173,5	170,2	127	207,6
122,4	120,2	118,0	88	143,9	178,0	174,8	171,6	128	209,3
123,8	121,5	119,3	89	145,5	179,4	176,2	172,9	129	210,9
125,2	122,9	120,6	90	147,1	180,8	177,5	174,2	130	212,6

(Dans le saccharimetre-soleil allemand de Ventzke ou de Scheibler, 1 division = 1,543 division française.)

Usage de ces tables.

Nombre lu sur l'échelle avant l'inversion (voy. table 303) $= D$
— — après l'inversion.............. $= D'$
Température..................................... $= T$

1° Les deux chiffres indiqués sur l'échelle du saccharimètre ont été lus à droite et à gauche du zéro; on prend la somme $D + D' = A$.

On cherche dans les colonnes se rapportant à la température actuelle 10°, 15° ou 20° les chiffres qui se rapprochent le plus de A.

En suivant la ligne horizontale, on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre N et le nombre N'.

Le sucre employé contient N pour 100 de sucre cristallisé ou un litre de la solution renferme N' grammes de sucre cristallisable.

2° La solution de sucre étant préparée comme dans le premier exemple, on a lu les chiffres exprimant la rotation avant et après l'inversion du même côté du zéro.

On prend $D - D' = A$, on cherche dans la colonne se rapportant à la température actuelle le chiffre qui se rapproche le plus de A et l'on opère comme ci-dessus.

On peut aussi remplacer les tables de Clerget par la formule approchée :

$$P \text{ (pouvoir rotatoire)} = \frac{200 \times A}{288 - T};\quad P \times 1{,}635 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(338) *Usage du saccharimètre Laurent.*

On pèse 16gr,2 du sucre à essayer ; on les dissout de façon à faire 100 centimètres cubes. On emploie le tube de 20 centimètres et celui de 22 s'il a été besoin de traiter la solution par 1/10 de sous-acétate de plomb. La teneur du sucre en saccharose est donnée par la graduation même de l'instrument ; quant à la quantité de sucre par litre de solution, on l'obtient avec la table suivante :

Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.	Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.
	gr.		gr.
1	1,62	6	9,72
2	3,24	7	11,34
3	4,86	8	12,96
4	6,48	9	14,58
5	8,10		

S'il est nécessaire d'intervertir, on a, en appelant, comme dans la table 337, A la différence ou la somme des nombres lus sur l'échelle saccharimétrique :

$$P = \frac{200 \times A}{288 - T};\quad P \times 1{,}62 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(339) *Table pour déterminer la richesse en sucre du jus de betteraves et autres liquides sucrés, au moyen du polarimètre ou de l'appareil* **Laurent (degrés d'arc).** **Frèze.**

Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre % rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre % rapportées au poids.	Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre % rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre % rapportées au poids.
8	8,8	6,6	1,0255	6,44	16	17,60	13,20	1,0509	12,56
8,25	9,07	6,8	0263	6,63	16,25	17,87	13,40	0517	12,74
8,50	9,35	7,01	0271	6,83	16,50	18,15	13,61	0524	12,93
8,75	9,62	7,22	0279	7,02	16,75	18,42	13,82	0533	13,12
9	9,90	7,43	0287	7,22	17	18,70	14,03	0541	13,31
9,25	10,17	7,63	0295	7,41	17,25	18,97	14,23	0548	13,49
9,50	10,45	7,84	0303	7,61	17,50	19,25	14,44	0556	13,68
9,75	10,72	8,04	0311	7,80	17,75	19,52	14,64	0564	13,86
10	11,00	8,25	0319	7,99	18	19,80	14,85	0572	14,04
10,25	11,27	8,45	0326	8,18	18,25	20,07	15,05	0580	14,23
10,50	11,55	8,66	0335	8,38	18,50	20,35	15,26	0588	14,41
10,75	11,82	8,87	0343	8,58	18,75	20,62	15,47	0596	14,60
11	12,10	9,08	0351	8,77	19	20,90	15,68	0604	14,79
11,25	12,37	9,28	0358	8,96	19,25	21,17	15,88	0611	14,97
11,50	12,65	9,49	0366	9,15	19,50	21,45	16,09	0619	15,15
11,75	12,92	9,69	0374	9,34	19,75	21,72	16,29	0627	15,33
12	13,20	9,90	0382	9,54	20	22,00	16,50	0635	15,51
12,25	13,47	10,10	0390	9,72	20,25	22,27	16,70	0643	15,69
12,50	13,75	10,31	0398	9,92	20,50	22,55	16,91	0651	15,88
12,75	14,02	10,52	0406	10,11	20,75	22,82	17,12	0660	16,06
13	14,30	10,73	0414	10,30	21	23,10	17,33	0667	16,24
13,25	14,57	10,93	0422	10,49	21,25	23,37	17,53	0674	16,42
13,50	14,85	11,14	0431	10,68	21,50	23,65	17,74	0682	16,61
13,75	15,12	11,34	0438	10,86	21,75	23,92	17,94	0690	16,78
14	15,40	11,55	0445	11,06	22	24,20	18,15	0698	16,97
14,25	15,67	11,75	0453	11,24	22,25	24,47	18,35	0706	17,14
14,50	15,95	11,96	0461	11,43	22,50	24,75	18,56	0714	17,32
14,75	16,22	12,17	0469	11,62	22,75	25,02	18,77	0722	17,51
15	16,50	12,38	0477	11,82	23	25,30	18,98	0729	17,69
15,25	16,77	12,58	0485	11,99	23,25	25,57	19,18	0738	17,86
15,50	17,05	12,79	0493	12,19	23,50	25,85	19,39	0746	18,04
15,75	17,32	12,99	0501	12,37	23,75	26,12	19,59	1,0753	18,22

(340) *Emploi de la table précédente.*

100 centimètres cubes de jus sont additionnés de 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb [1] et filtrés. Supposons que la rotation imprimée au plan de polarisation par une colonne de 20 centimètres soit de 18°, la table donne pour le degré corrigé 19°,80 : c'est la déviation qu'on aurait obtenue en employant le tube de 22 centimètres ; 100 centimètres cubes de jus renferment 14gr,85 de sucre ou 100 grammes de jus en renferment 14gr,04.

(341) *Analyse optique des matières sucrées.*

Nous avons donné table 162 les pouvoirs rotatoires des différents sucres, d'après les déterminations les plus récentes.

En calculant la prise d'essai du sucre pour le saccharimètre, avec les formules indiquées, nous trouvons : 16gr,29 d'après Hesse, et 16gr,337 d'après Tollens. Ces nombres sont très voisins, et on peut admettre avec certitude 16gr,3 comme le chiffre exact de la prise d'essai.

M. Schmitz a calculé d'après la formule de Tollens les valeurs de c grammes dans 100 cc. de solution, et de p grammes dans 100 grammes de solution, d'après α, l'angle observé, pour un tube de 20 centimètres, et suivant les formules

$$c = 0{,}75063\ \alpha + 0{,}0000766\ \alpha^2,$$
$$p = 0{,}74730\ \alpha - 0{,}001723\ \alpha^2.$$

La première formule pour se remplacer par une formule approchée $c = 0{,}752\ a$. Les valeurs de p ne sont applicables qu'aux solutions de sucre pur ; si la solution renferme des matières dissoutes autres que le sucre, on prend sa densité d, on détermine c, et on calcule $p = \frac{c}{d}$. La table suivante donne les valeurs de c et p d'après les formules précédentes ; les différences indiquées correspondent à 1/10e de degré ou 6'.

Elle s'écarte bien peu de la table précédente de Frèze. En effet, celle-ci correspond à un pouvoir rotatoire de 66°,67 pour la saccharose ; la formule de M. Schmitz équivaut à 66°,46, et de la formule approchée $c = 0{,}752\,\alpha$, nous pouvons calculer $[\alpha] = 66{,}49$. Or nous avons vu que M. Tollens, d'après ses dernières déterminations, a conclu que, pour c égal de 0 à 18 pour 100 de saccharose en solution, on pouvait considérer $[\alpha]$ comme constant et égal à 66°,5 ; la formule de Hesse donne également $[\alpha] = 66°{,}5$ de 10 à 16 pour 100.

1. On le prépare en dissolvant 50 grammes d'acétate de plomb neutre dans 900 grammes d'eau, et faisant digérer, pendant 10 heures, cette solution avec 60 grammes de litharge en poudre très fine et fraîchement calcinée.

α.	c.		p.		α.	c.		p	
°					°				
1	0,751		0,745		26	19,568		18,265	0,065
2	1,501		1,488	0,074	27	20,323		18,921	
3	2,253		2,226		28	21,078		19,573	
4	3,004		2,961		29	21,833		20,223	0,064
5	3,755		3,693	0,073	30	22,588		20,868	
6	4,507		4,422		31	23,343		21,510	
7	5,259		5,147		32	24,098		22,149	0,063
8	6,010		5,868	0,072	33	24,853		22,784	
9	6,762		6,586		34	25,611		23,416	
10	7,514		7,301		35	26,366		24,044	
11	8,266		8,011	0,071	36	27,122		24,670	0,062
12	9,019		8,719		37	27,878		25,291	
13	9,771	0,075	9,424		38	28,635	0,076	25,909	
14	10,529		10,124	0,070	39	29,392		26,523	0,061
15	11,277		10,821		40	30,148		27,134	
16	12,030		11,516		41	30,905		27,743	
17	12,783		12,206	0,069	42	31,662		28,347	0,060
18	13,536		12,893		43	32,420		28,948	
19	14,290		13,576		44	33,176		29,545	
20	15,044		14,257	0,068	45	33,933		30,139	0,059
21	15,797		14,933		46	34,691		30,729	
22	16,551		15,606		47	35,449		31,317	
23	17,306		16,277	0,067	48	36,207		31,900	0,058
24	18,059		16,943		49	36,966		32,481	
25	18,814		17,605		50	37,724		33,057	

Glucose. — La glucose anhydre donne dans les mêmes conditions :

$$c = 0{,}94727\ \alpha + 0{,}0004258\ \alpha^2, \text{ ou } c = 0{,}9434\ \alpha,$$
$$p = 0{,}94096\ \alpha + 0{,}0081909\ \alpha^2$$

Les solutions récentes de glucose manifestent la birotation; il faut les faire bouillir pendant quelques minutes et les examiner après refroidissement

Lévulose.—Son pouvoir rotatoire est $-100 \pm 0{,}07\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 15°, diminue avec la température.

$c = 0{,}500\ \alpha$ à 15° augmente ou diminue dans le même sens que la température de 0,0035 par chaque degré en dessus ou en dessous de 15° ; à 20°, par exemple, $c = 0{,}518\ \alpha$, et à 25° $c = 0{,}535\ \alpha$.

Lactose. —Son pouvoir rotatoire étant de $+ 52°{,}53 \pm 0{,}055\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 20°, on peut admettre sans grande erreur $c = 0{,}957\ \alpha$ à 15°, $0{,}961\ \alpha$ à 20°.

Maltose. — La formule est environ $c = 0{,}357\ \alpha$.

Sucre interverti. — A 15°, $c = 2{,}134\ \alpha$.

Dextrines. — Les dextrines ont un pouvoir rotatoire variant de

$+ 210$ à $+ 190^{\circ}$, soit environ $+ 200$; 10 cc. de liqueur de Fehling sont réduits par environ 0gr,4 de dextrine, mais cette réduction ne se manifeste qu'après un certain temps. Elles sont insolubles dans l'alcool concentré, ne dialysent ni ne fermentent.

Les mélanges de sucres peuvent s'analyser, en profitant de l'action qu'ils exercent sur la liqueur de Fehling et sur la lumière polarisée; on pratiquera au besoin l'interversion pour le sucre de cannes, et, s'aidant des tables de Clerget, on aura deux ou trois équations dont les inconnues sont faciles à résoudre algébriquement.

1° polarimétrique, raie D $= 4^{\circ},615$ saccharimétriques, jaune moyen.

1° saccharimétrique jaune moyen $= 0^{\circ}2167$ polarimétrique, raie D.

162 divisions Vivien = 100 divisions saccharimétriques.

(342) *Analyse commerciale officielle des sucres.*

La prise d'essai est de 16gr,19, d'après les déterminations de MM. A. Girard et de Luynes, qui ont trouvé pour le pouvoir rotatoire du sucre: $[\alpha]D = 67^{\circ},31$ ou $67^{\circ}\,18'$.

Les auteurs recommandent de peser 80gr,95 de sucre, qu'on dissout dans 160 cc. d'eau environ; on décante après repos sur un filtre en recevant le liquide dans un vase jaugé de 250 cc.; on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète les 250 cc. avec les eaux de lavage et l'on agite pour rendre le liquide homogène.

1° On dose le sucre au polarimètre sur 50 cc. en ajoutant du sous-acétate de plomb et complétant 100 cc., filtrant et examinant le liquide filtré au tube de 20 centimètres.

On pratique l'interversion sur 50 cc., en ajoutant 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et complétant 100 cc., puis chauffant 1/2 heure à 68°, laissant refroidir et examinant au tube de 20 centimètres.

Les sels existant dans la betterave n'influent presque pas sur le pouvoir rotatoire du sucre. Le pouvoir rotatoire de l'asparagine est annulé en ajoutant 10 pour 100 d'acide acétique. La chaux diminue beaucoup le titre du sucre; mais on la reconnaît en faisant passer dans la solution un courant d'acide carbonique; on peut la précipiter par l'oxalate d'ammonium, qui est optiquement sans action sur le sucre.

2° On dose le sucre réducteur, soit par la méthode habituelle, soit en faisant bouillir la solution de sucre, indiquée plus haut, avec un excès de liqueur de Fehling titrée; on ramène rapidement le tout à un volume déterminé, on filtre ou on laisse reposer, et sur la moitié du liquide on dose le cuivre en excès par une solution titrée de sulfure de sodium, en présence d'un excès d'ammoniaque, jusqu'à décoloration. Chaque centimètre cube de Fehling consommé = 0gr,005 de sucre réducteur.

M. Aimé Girard trouve préférable de faire bouillir la liqueur de Fehling et d'y faire couler un volume déterminé de solution sucrée, tel que le Fehling reste en excès; on filtre bouillant, on lave jusqu'à ce que l'eau filtrée ne soit plus alcaline, et on pèse à l'état de protoxyde, ou de cuivre métallique en réduisant par un courant d'hy-

drogène dans un creuset de Rose. Cu × 0,569 = sucre réducteur; on peut aussi redissoudre le protoxyde de cuivre dans de l'alun de fer additionné d'acide sulfurique, et titrer au permanganate le protoxyde de fer formé, en diluant avec de l'eau bouillie.

3° Dosage de l'eau par dessiccation à 110°, sur 1 ou 2 gr. de sucre.

4° Le résidu du dosage de l'eau est incinéré et fournit les cendres totales.

5° On introduit à l'aide d'une pipette spéciale 12cc,35 de solution sucrée, soit 4 grammes de sucre, dans une capsule de platine tarée, avec 1 cc. d'acide sulfurique. On évapore 2 heures à 130° et on calcine au moufle, puis on pèse le résidu salin qui constitue les cendres solubles sulfatées.

6° En retranchant de 100 les quatre premiers chiffres trouvés plus haut, le reste représente la matière organique indéterminée.

Calcul de l'analyse. — Du poids des cendres sulfatées on déduit 1/10e et on multiplie par 4, on déduit ce produit du titre saccharimétrique trouvé dans l'interversion; de la différence on déduit encore le poids du sucre réducteur multiplié par 2 et 1 1/2 pour 100 de frais de fabrication; le reste représente le rendement présumé au raffinage. M. Aimé Girard propose de multiplier par 4 les cendres corrigées, par 2 la glucose, et de retrancher du titre saccharimétrique les deux produits, plus 1,5 qui représente les déchets de fabrication.

D'après Dubrunfaut, le coefficient des cendres serait 3,73.

En Belgique on déduit du titre saccharimétrique le poids des cendres quintuplé et le poids du glucose.

Analyse aux 4/5. — Dans la méthode d'analyse dite aux 4/5 on évalue la matière organique indéterminée en admettant que son poids est égal aux 4/5 de celui des cendres; alors, en retranchant de 100 les quantités de l'eau, du glucose, des cendres et les 4/5 des cendres, la différence serait la saccharose. Cette méthode n'est pas exacte.

Le dosage des cendres d'après la méthode officielle indiquée plus haut nécessite une pipette spéciale.

On opère aussi de la manière suivante : On dose l'eau sur 5 grammes dans une capsule en platine; au résidu on ajoute 2 cc. d'acide sulfurique, on calcine au rouge sombre, on mouille le charbon et on laisse sécher à 100°, puis on termine l'incinération au moufle. Sur un autre essai on détermine la matière minérale insoluble, qu'on déduit des cendres sulfatées trouvées.

(348) *Richesse en amidon des pommes de terre.*

On détermine à l'aide d'une balance hydrostatique la densité des pommes de terre sur un échantillon moyen de 5 kilogrammes. Cette balance porte d'un côté deux paniers superposés, dont l'un, l'inférieur, plonge dans l'eau. On tare le système, on pèse dans le panier supérieur 5 kilogrammes de pommes de terre, puis on les fait passer dans le panier inférieur et on enlève des poids pour rétablir l'équilibre. En divisant 5 par le 2e poids, on a la densité des pommes de terre.

Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.
1080	19,7	13,9	1110	26,1	20,3	1140	32,5	26,7
82	20,1	14,3	12	26,5	20,7	42	33,0	27.2
84	20,5	14,7	14	26,9	21,1	44	33,4	27,6
86	20,9	15,1	16	27.4	21,6	46	33,8	28,0
88	21,4	15,6	18	27,8	22,2	48	34,3	28,5
1090	21,8	16,0	1120	28,3	22,5	1150	34.7	28,9
92	22,2	16,4	22	28,7	22,9	52	35,1	29,3
94	22,7	16,9	24	29,1	23,3	54	35,6	29,8
96	23,1	17,3	26	29,5	23,7	56	36,0	30,2
98	23,5	17,7	28	30,0	24,2	58	36,4	30,6
1100	24.0	18,2	1130	30,4	24,6			
02	24,4	18,6	32	30,8	25,0			
04	24,8	19,0	34	31,3	25,5			
06	25,2	19,4	36	31,7	25,9			
08	25,7	19,9	38	32,1	26,3			

L'amidon, traité par 20 p. d'eau renfermant 2 pour 100 de soude caustique, se transforme en une matière translucide et incolore, entièrement fluidifiée par l'acide chlorhydrique, sans aucun résidu. Les cendres ne doivent pas dépasser 1 pour 100.

Section X. — Agriculture.

(344) *Analyse d'une poudrette* (L'Hôte).

	A l'état normal.	Supposée sèche.
Matières organiques azotées	32,81	47,00
Ammoniaque toute formée	0,59	0,85
Acide nitrique	0,30	0,43
Acide phosphorique	4.18	5.99
Acide carbonique	2,87	4,11
Acide sulfurique	3,50	5,02
Chlore	0,36	0,52
Potasse et soude	2,15	3,08
Chaux	6,70	9,59
Magnésie et oxyde de fer	2,72	3,90
Silice, sable, argile	12,62	19,51
Eau	30,20	»
Azote total	1,52	2,17

(345) *Analyse des engrais industriels.*

	Éléments à doser.
I. *Engrais azotés.*	
Débris de chair desséchés.. .. Sang desséché.............. .. Déchets de laine, drap........ Déchets de corne, cuirs, poils..	Azote insoluble.
Sulfate d'ammoniaque......... Nitrate de potasse............. Nitrate de soude..............	Azote soluble et potasse (dans le nitrate de potasse).
II. *Engrais phosphatés.*	
Phosphates ou coprolithes...... Phosphate précipité .... Cendres d'os..................	Acide phosphorique insoluble.
Superphosphates..............	Acide phosphorique sous ses trois formes.
III. *Engrais phosphatés et azotés.*	
Poudre d'os.................. Poudrette..................... Noir de raffinerie..... .... Tourteaux divers..............	Azote organique, acide phosphorique total.
Superphosphates azotés........ Guanos bruts................. Guanos traités par l'acide sulfurique .... Phosphoguanos	Acide phosphorique sous ses trois formes. Azote ammoniacal. Azote insoluble.
IV. *Engrais phosphatés et potassés.*	
Cendres de bois............... Cendres de tourbe............ Cendres de houille............	Acide phosphorique insoluble, potasse.
V. *Engrais potassiques.*	
Chlorure de potassium......... Sulfate de potasse............. Salins de betterave........... Carbonate de potasse..........	Potasse.

(346) *Phosphates de chaux naturels.*

Apatite (Rivot).		
Phosphate tribasique de calcium %...	81,15	95,00
Fluorure de calcium	14,90	2,75
Peroxyde de fer..........	3,14	traces
Silice............................	1,70	2,00

Nodule (Dehérain).	Islettes.	Ardennes.
Silice et argile %..................	33,4	27,4
Acide phosphorique............. ...	20,8	21,3
Chaux............................	22,5	30,8
Magnésie..........................	3,0	1,7
Oxyde de fer	3,8	11,0
Eau........................	1,0	1,0
Acide carbonique et perte	15,5	6,8

(347) *Richesse moyenne des excréments.*

		Cheval.	Bœuf.	Mouton.	Porc.
		%	%	%	%
Azote	fèces.	0,54	0,35	0,72	0,70
	urine.	1,55	0,44	1,31	0,33
Acide phosphorique.	fèces.	0,36	0,24	0,78	0,02
	urine.	0	0	0,02	0,80
Potasse	fèces.	0,44	0,07	0,18	0,18
	urine.	—	—	—	—
Cendres...........	fèces.	4,02	2,36	5,70	6,50
	urine	4,50	4,50	4,60	1,03

(348) *Réactif ammoniaco-magnésien.*

Cette solution, assez souvent employée pour le dosage de l'acide phosphorique, se prépare avec 110 grammes de sulfate de magnésium cristallisé (ou 90 grammes de chlorure de magnésium cristallisé) et 140 grammes de chlorure d'ammonium, pour 1700 cc. d'eau et 300 cc. d'ammoniaque de densité 0,91.

(349) Marnage.

Calcul des quantités de marne à employer, selon sa richesse en calcaire et la profondeur des labours, pour élever à 3 pour 100 la quantité de calcaire dans une terre qui en est dépourvue (PUVIS).

Quantité de calcaire dans la marne.	Profondeur de la couche arable.					
	8 cm.	11 cm.	14 cm.	16 cm.	19 cm.	22 cm.
	mc.	mc.	mc.	mc.	mc	mc.
10 %	244	324	405	487	568	650
20 »	122	162	202	243	284	325
40 »	61	81	101	122	142	162
60 »	40	54	67	81	94	108
80 »	30	40	51	61	71	81
100 »	24	32	40	49	57	65

(350) *Analyse de quelques marnes.*

Provenance.	Eau combinée.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Carbonate de calcium.	Carbonate de magnésium.	Matières organiques et alcalis.
Marne d'Argenteuil... .	5,00	9,90	3,90	»	80,46	»	traces.
— de Belleville	»	46,03	17,28	5,70	27,64	»	»
— de Viroflay......	»	37,00	11,00	6,50	55,00	»	»
— de Tournay	4,50	25,40	14,10	»	55,63	»	traces.

(351) *Analyse du sol.*

1° *Analyse mécanique.* — On prend 1 kilogramme d'un échantillon moyen de la terre à analyser, préalablement séché à l'air. On sépare les éléments par ordre de grosseur, en quatre lots, au moyen de tamis.

1er. *Lot.* Terre passant au travers du tamis n° 1 (écartement entre les mailles 0m,001) : *terre fine.*

2e *Lot.* Terre passant au tamis n° 2 (0m,003) : *terre moyenne.*

3e *Lot.* Terre passant au tamis n° 3 (0m,005) : *petits cailloux.*

4e *Lot.* Fragments restant sur le tamis n° 3 : *cailloux.*

On pèse chaque lot. Le premier est conservé dans un flacon bouché, pour les dosages ultérieurs.

On détermine rapidement la proportion de calcaire des lots n° 3 et

n° 4, en les traitant par HCl étendu, lavant, quand l'effervescence a cessé, séchant et pesant. On a le poids du calcaire par différence.

2° *Analyse physico-chimique* (Schlœsing).

Dosage de l'eau. — On dessèche 10 grammes de terre fine à l'étuve à 150°, jusqu'à poids constant; on pèse; l'humidité est obtenue par différence.

Dosage du calcaire et du sable. — 10 grammes de terre fine sont placés dans une capsule de porcelaine. On forme une pâte en ajoutant quelques gouttes d'eau distillée; on la délaye dans une faible quantité d'eau, en la frottant légèrement avec l'index contre les parois de la capsule. On décante le liquide; on recommence la même opération avec de nouvelles quantités d'eau, jusqu'à ce que la pâte soit entièrement délayée. La quantité d'eau employée ne doit pas dépasser 250 cc. — On ajoute de l'acide chlorhydrique par petites portions aux eaux de lavage réunies dans un vase à précipité, jusqu'à ce que tout le calcaire soit décomposé; on laisse reposer.

Le liquide clair est décanté sur un petit filtre : il servira au dosage du calcaire; on lave le précipité à l'eau distillée; puis, après l'avoir délayé, on le traite par 0cc,5 de potasse ou 2 ou 3 cc. d'ammoniaque, pour détruire la matière noire unie à l'argile. On agite à plusieurs reprises; on laisse reposer 4 à 5 heures. Après ce temps, on ajoute de l'eau distillée, on agite et on laisse reposer 24 heures. On décante le liquide clair au moyen d'un siphon. On traite de nouveau le précipité par l'eau distillée, on agite, on laisse reposer 24 heures, puis on décante. On continue ces lavages jusqu'à ce que le liquide, après 24 heures de repos, soit presque complètement limpide.

Le précipité resté dans le vase est constitué par le sable; on le dessèche et on le pèse.

Dosage de l'argile. — Les eaux provenant des lavages précédents renferment l'argile et la matière noire dissoute par la potasse. On coagule l'argile au moyen de 5 ou 10 grammes de chlorure de calcium, suivant la quantité de terre employée; la matière noire reste en dissolution. Le dépôt formé est recueilli sur un filtre taré, lavé à l'eau distillée, desséché et pesé.

Dosage de la matière noire. — Le liquide provenant de l'opération précédente est rendu acide par l'acide acétique. On précipite ensuite la matière noire par le sous-acétate de plomb. On recueille le précipité sur un filtre, on lave, on dessèche et on pèse. On incinère le précipité, on pèse les cendres; par différence on a la matière noire.

3° *Analyse chimique*.

Éléments à doser :

Acide phosphorique total.	Chlore.
Potasse.	Acide sulfurique.
Chaux.	Acide nitrique.
Magnésie.	Ammoniaque.
Alumine et fer.	Azote total.

Dosage de l'acide phosphorique. — Attaquer 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, évaporer à sec au bain de sable, reprendre le résidu par 20 cc. d'acide nitrique et 30 cc. d'eau; filtrer et laver à l'eau distillée. Amener le volume du liquide à 50 cc. par évaporation. Précipiter l'acide phosphorique par le molybdate d'ammonium. Recueillir le phosphomolybdate sur un petit filtre, laver à l'eau contenant 20 o/o d'acide nitrique; dessécher à 100° et peser : 100 grammes de phosphomolybdate d'ammonium = 3,14 grammes d'anhydride phosphorique.

Pour doser l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, dissoudre le phosphomolybdate dans l'ammoniaque chaude, légèrement étendue ; ajouter de l'acide chlorhydrique, tout en maintenant la liqueur ammoniacale. Précipiter l'acide phosphorique par le chlorure de magnésium (voy. *Engrais*, 354).

Préparation de la liqueur molybdique. — Dissoudre 100 grammes d'acide molybdique dans 400 parties d'ammoniaque de $d = 0,96$; filtrer, verser dans 1500 parties d'acide nitrique de $d = 1,20$; amener le volume à 2 litres.

Dosage de la chaux. — Traiter 10 grammes de terre par 10 ou 15 cc. d'acide nitrique, suivant la proportion de calcaire, chauffer au bain de sable, jusqu'à ce que les vapeurs rouges ne se produisent plus; reprendre par l'eau distillée ; filtrer et laver. — La liqueur claire est neutralisée par l'ammoniaque, qui précipite le fer et l'alumine; filtrer et précipiter la chaux par l'oxalate d'ammonium. Le précipité recueilli sur un filtre est séché et calciné. On pèse la chaux sous forme de chaux vive, ou bien on peut la transformer en carbonate par addition de carbonate d'ammonium et une nouvelle calcination.

Dosage du fer et de l'alumine. — Le précipité de fer et d'alumine qui s'est formé dans l'opération précédente est séché et pesé; on a le poids du sesquioxyde de fer et de l'alumine. — Le précipité est calciné, et le fer y est dosé par la méthode ordinaire (voy. 226). Le poids de l'alumine est obtenu par différence.

Dosage de la potasse et de la magnésie. — Traiter 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, chauffer au bain de sable jusqu'à ce que les vapeur rouges cessent, reprendre par l'eau, filtrer. Dans la liqueur ajouter successivement de l'ammoniaque et de l'oxalate d'ammonium pour séparer l'alumine, le fer et la chaux ; filtrer. La liqueur claire est évaporée à siccité ; le résidu, calciné avec une petite quantité d'acide oxalique et un léger fragment d'acide tartrique, est repris par l'eau. La partie insoluble, recueillie sur un filtre et calcinée, est la magnésie à l'état d'oxyde.

La liqueur filtrée, acidulée par l'acide chlorhydrique, est évaporée, et le résidu pesé ; il est formé de chlorure de potassium et de chlorure de sodium. On le dissout dans un peu d'eau, on y ajoute du chlorure de platine, on évapore à consistance sirupeuse, et on ajoute de l'alcool. Après repos, le chlorure double de platine et de potassium est recueilli sur un filtre, lavé avec un mélange à parties égales d'alcool et d'eau,

séché à 100° et pesé. Le poids trouvé multiplié par 0,193 donne la quantité de potasse. On a la soude par différence.

Dosage de l'acide nitrique. — On épuise par l'eau distillée 20 grammes de terre placés dans une allonge. On concentre la liqueur à un très faible volume. On reprend par du protochlorure de fer et on introduit par la tubulure, au moyen d'un petit entonnoir, la solution dans une très petite cornue tubulée portant un tube abducteur qui plonge dans une cuve à mercure. La capsule ayant servi à l'évaporation de la solution des nitrates est lavée à deux reprises par de l'acide chlorhydrique, qui est introduit ensuite dans la cornue. On chasse l'air de l'appareil au moyen d'un courant d'acide carbonique; après quoi, on chauffe doucement, on recueille les gaz dans une petite

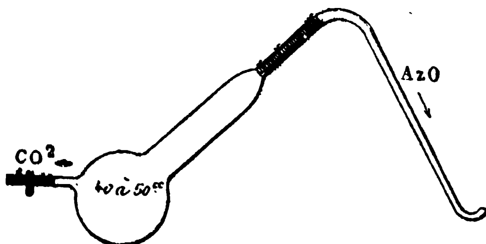


Figure.

cloche graduée contenant une solution à 10 o/o de potasse. Quand il ne se dégage plus rien, l'appareil est balayé par un nouveau courant d'acide carbonique. On agite le contenu de la cloche, pour faciliter l'absorption de l'acide carbonique par la potasse. On lit le volume de gaz restant (v 356, 3°).

Dosage de l'ammoniaque. — On traite 100 grammes de terre par de l'acide chlorhydrique à 1/5, ajouté à chaud jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé. On filtre, on lave, et le liquide est distillé avec de la magnésie calcinée (356). On peut également opérer la distillation directement avec la terre, sans attaquer par un acide.

Dosage de l'azote total. — Le dosage se fait sur 30 grammes de terre, d'après la méthode de Will, Varentrapp et Péligot (356).

Dosage du sel marin. — On épuise dans une allonge 50 grammes de terre par 200 à 230 cc. d'eau distillée, on complète exactement 250 cc., et, sur 50 cc., on dose le chlore avec les liqueurs décimes (261).

(352) *Analyse du sulfate de chaux.*

1° *Dosage de l'eau.* — Calciner 1 gramme de matière au rouge sombre, peser. La différence donne le taux d'humidité.

2° *Dosage de l'acide sulfurique.* — Traiter 1 gramme de sulfate par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc d'eau, à chaud. Filtrer,

s'il y a des matières insolubles. Dans la liqueur chaude, précipiter l'acide sulfurique par le chlorure de baryum. Recueillir le précipité sur un filtre après 24 heures de repos, laver à l'eau chaude, calciner et peser.

3° *Dosage de la chaux.* — Dans la liqueur filtrée provenant de l'opération précédente, on précipite l'excès de chlorure de baryum par quelques gouttes d'acide sulfurique; on filtre, on neutralise par de l'ammoniaque et on précipite la chaux par l'oxalate d'ammonium. L'opération se continue comme plus haut (Dosage de la chaux).

(353) *Réactif de Nessler pour l'ammoniaque.*

— On dissout 2 grammes d'iodure de potassium dans 5 cc. d'eau et on ajoute à chaud et par petites portions de l'iodure de mercure tant qu'il veut s'en dissoudre; on laisse refroidir, on ajoute 20 cc. d'eau, on laisse reposer, on filtre et à 20 cc. du liquide on ajoute 30 cc. de lessive préparée avec de la soude exempte de carbonate, fraîchement fondue et dissoute dans peu d'eau; si le liquide se trouble, on filtre. Une trace d'ammoniaque produit un précipité jaune-brun.

(354) *Analyse du superphosphate.*

1° *Dosage de l'acide phosphorique total.* — Dissoudre à chaud 1 gramme de superphosphate dans 15 cc. d'acide chlorhydrique et 15 cc. d'eau; évaporer à sec et reprendre ensuite par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc. d'eau; filtrer. A la liqueur claire ajouter de l'ammoniaque en excès; dissoudre le précipité formé, par l'acide citrique, en maintenant le liquide ammoniacal. Précipiter l'acide phosphorique par 10 ou 15 cc. d'une solution à 10 pour 100 de chlorure de magnésium. Après 12 heures de repos, recueillir le précipité sur un petit filtre, laver avec de l'eau contenant $\frac{1}{3}$ de son volume d'ammoniaque; sécher, calciner, peser et calculer en anhydride phosphorique.

La même méthode doit être suivie pour le dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate tribasique de chaux naturel.

2° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau.* — Broyer dans un mortier 2 grammes d'engrais avec de l'eau distillée ajoutée peu à peu, de manière à délayer progressivement la pâte formée. Lorsqu'on a employé environ 100 cc. d'eau, décanter le contenu du mortier dans un flacon jaugé; amener le volume à 200 cc.; agiter et laisser reposer 2 heures; filtrer et opérer le dosage de l'acide phosphorique sur 100 cc. de liquide, en suivant la marche indiquée.

3° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.* — L'acide phosphorique soluble dans le citrate se compose de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique rétrogradé; on obtient celui-ci par différence.

Dans un petit mortier de verre, 1 gramme de matière est broyé avec 40 cc. de citrate d'ammoniaque ajouté goutte à goutte, en délayant la pâte. On décante le liquide dans un vase jaugé, et avec les eaux de

lavage du mortier on amène le volume à 100 cc. On agite à plusieurs reprises, et, après une heure de repos, on filtre. On dose l'acide phosphorique sur 50 cc. de liqueur, comme plus haut.

Préparation du citrate d'ammoniaque. — On dissout 400 grammes d'acide citrique cristallisé dans 500 cc. d'ammoniaque. Quand la dissolution est complète et la liqueur froide, on complète le volume à 1 litre avec de l'ammoniaque.

Dosage volumétrique de l'acide phosphorique. — Le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, obtenu par la méthode indiquée plus haut, est dissous par de l'eau acidulée avec de l'acide acétique (2 pour 100). La dissolution, placée dans un verre de Bohême, est portée à l'ébullition au bain de sable et on y fait tomber, au moyen d'une burette, une solution d'acétate d'urane. On a une assiette de porcelaine blanche, sur laquelle on a disposé à l'avance une vingtaine de gouttes de solution à $\frac{1}{20}$ de ferrocyanure de potassium; de temps en temps on touche une de ces gouttes avec la baguette qui sert à remuer le liquide; la fin de l'opération est annoncée par un précipité rouge-marron. Du nombre de centimètres cubes de liqueur d'urane employés, on calcule la quantité d'acide phosphorique.

Lorsque les matières à essayer ne renferment ni fer ni alumine, on peut les titrer directement. On en prend une quantité renfermant environ $0^{gr},1$ de P^2O^5, par exemple les cendres de $0^{gr},5$ à 1 gramme de guano, on la dissout dans l'eau additionnée d'un peu d'acide nitrique, on sature à peu près par la soude; on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. de l'acétate de sodium indiqué plus bas et on titre à l'urane.

En présence de fer et d'alumine, on peut aussi précipiter le phosphate par le citrate magnésien (dissoudre dans l'eau 400 grammes d'acide citrique et 40 grammes de carbonate de magnésium, ajouter 500 cc. d'ammoniaque et compléter avec de l'eau 1500 cc.). On pèse une quantité de matière renfermant $0^{gr},1$ environ de P^2O^5, on la dissout dans l'acide nitrique dilué, on ajoute 10 cc. de citrate magnésien et un excès d'ammoniaque : on filtre après 12 heures, on lave à l'eau ammoniacale à 10 pour 100, on redissout sur le filtre dans l'acide nitrique au 10°, on sature presque complètement par la soude, on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. d'acétate acide de sodium et on titre à l'urane.

On titre de même les solutions d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou dans le citrate.

Préparation de la liqueur d'acétate d'urane. — On dissout 32 grammes d'acétate d'urane dans 1 litre d'eau, et, en opérant comme plus haut, on en prend le titre au moyen d'une solution titrée de phosphate rendue légèrement acide au moyen de quelques gouttes d'acide acétique.

La liqueur titrée de phosphate se prépare avec $10^{gr},088$ de phosphate de sodium cristallisé Na^2HPO^4. 12 aq., ou $3^{gr},240$ de phosphate acide d'ammonium cristallisé et séché à l'étuve; pour 1 litre d'eau : 50 cc. $=$ $0^{gr},100$ de P^2O^5, et à ces 50 cc. on ajoute 10 cc. d'une solution aqueuse de 100 grammes d'acétate de sodium cristallisé et 50 cc. d'acide acétique cristallisable dans 1 litre, puis on titre l'urane.

(355) *Analyse des matières riches en potasse.*

Dosage de la potasse (SCHLŒSING). — Si, par exemple, on a à essayer un sel de Stassfurt (chlorure ou sulfate), on opère ainsi qu'il suit :

On dissout 5 grammes du sel dans 40 cc. d'eau; on filtre, on complète 100 cc. et on dose la potasse sur 20 cc., auxquels on ajoute un léger excès de nitrate de baryum qui précipite l'acide phosphorique et l'acide sulfurique. La liqueur filtrée est évaporée presque à sec, puis reprise par 5 cc. d'acide azotique et évaporée de nouveau; ce traitement est répété encore deux fois. Après la dernière évaporation, on ajoute 15 cc. d'acide perchlorique à 10 pour 100 [1], on chauffe pour enlever l'excès d'acide; quand l'évaporation est presque complète, on humecte la masse de quelques gouttes d'eau. On lave à l'alcool à 85°, pour dissoudre les perchlorates autres que celui de potassium qui se sont formés en même temps. Le perchlorate de potassium est recueilli sur un petit filtre, lavé à l'alcool à 85°, puis dissous par l'eau chaude; on évapore à sec la solution, on pèse, et le poids de perchlorate trouvé multiplié par 0,3393 donne le taux de potasse K^2O.

Ce procédé s'applique également au dosage de la potasse dans les cendres et dans le sol. A cet effet on traite la matière à analyser par l'acide nitrique comme pour le dosage de l'acide phosphorique total; on élimine le fer et l'alumine par l'ammoniaque, on sature l'excès de réactif par l'acide nitrique. L'opération est ensuite continuée comme il vient d'être dit.

Dosage volumétrique de la potasse (A Carnot). *Principe de la méthode.* — Lorsqu'un sel de potassium est mis en contact avec un sel de bismuth et un hyposulfite, il se forme un hyposulfite double, parfaitement défini, de potassium et de bismuth, soluble dans l'eau, mais précipité sous la forme d'une poudre jaune par l'addition d'alcool.

Pour le dosage, si l'on a, par exemple, à essayer un chlorure de potassium, on prend 5 grammes de matière, on les dissout dans 3 ou 4 centimètres cubes d'eau, on ajoute 10 centimètres cubes d'une liqueur de chlorure de bismuth, 10 centimètres cubes d'hyposulfite de chaux et 150 centimètres cubes d'alcool; le précipité jaune se forme. Au bout de 10 minutes, on filtre, on lave à l'alcool; on redissout le précipité par l'eau chaude et on dose l'hyposulfite qu'il contient. — A cet effet, à la solution on ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et quelques gouttes d'empois d'amidon. On verse une dissolution titrée d'iode, jusqu'à ce que la couleur bleue caractéristique de l'iodure d'amidon se produise.

1. *Préparation de l'acide perchlorique* (SCHLŒSING). — On obtient l'acide perchlorique en traitant à chaud le perchlorate d'ammonium par l'eau régale. La réaction se fait dans un ballon de verre. On a ainsi un mélange d'acide perchlorique et d'acide nitrique contenant un peu d'acide chlorhydrique. Ce mélange est soumis à une évaporation lente au bain de sable; l'acide chlorhydrique est complètement expulsé, ainsi qu'une partie de l'acide nitrique. On cesse de chauffer lorsqu'il se produit des vapeurs blanches d'acide perchlorique.

La dissolution d'iode est titrée de telle façon que 1 centimètre cube = 0gr,01 de potasse, en opérant sur du chlorure pur.

L'opération doit se faire très rapidement, l'hyposulfite double de potassium et de bismuth étant très altérable.

Préparation des réactifs. — Le *chlorure de bismuth* se prépare aisément en traitant 100 grammes de sous-nitrate de bismuth par l'acide chlorhydrique et chauffant doucement. On laisse refroidir, on ajoute de l'alcool concentré. Après repos, on filtre. Le volume de la liqueur est amené à 1 litre.

On dissout dans l'eau 200 grammes d'*hyposulfite de calcium :* on filtre, on amène le volume à 1 litre avec de l'eau.

La *liqueur d'iode* est préparée avec 56gr,96 d'iode pur et environ 75 grammes d'iodure de potassium par litre. 1 centimètre cube de cette liqueur correspond exactement à 0gr,01 de potasse K^2O.

(256) *Dosage de l'azote.*

1° *Dosage de l'azote organique et de l'azote ammoniacal simultanément* (Will, Varentrapp et Péligot). — 1 gramme ou 0gr,5 de la matière, suivant la richesse en azote, sont calcinés avec de la chaux sodée dans un tube à combustion, contenant au fond une petite quantité d'oxalate de calcium; l'ammoniaque qui se dégage est recueillie dans un tube à boules contenant un volume connu d'acide sulfurique normal (table 254) et coloré par quelques gouttes de teinture de tournesol. On détermine l'excès d'acide avec une liqueur titrée alcaline; 1 centimètre cube d'acide neutralisé par la potasse correspond à 0gr,014 d'azote ou à 0gr,017 d'ammoniaque.

Si l'on veut doser l'azote organique seul, la matière devra être préalablement épuisée par l'eau distillée, pour enlever les sels ammoniacaux. Cette précaution devra toujours être suivie pour les engrais riches en nitrates, qui devront toujours être éliminés.

Dans quelques cas, la lévigation par l'eau distillée pourrait être une cause d'erreur, lorsqu'une partie de l'azote organique se trouve à l'état soluble. Pour avoir l'azote organique total, on devra alors opérer comme il suit : La matière sera chauffée avec du protochlorure de fer et de l'acide chlorhydrique, pour éliminer les nitrates. Ensuite on fera bouillir le résultat de cette première opération avec de l'eau contenant de la magnésie calcinée; les sels ammoniacaux seront ainsi éliminés.

Préparation de la chaux sodée. — On prépare la chaux sodée en éteignant 2 parties de chaux vive dans une solution de 1 partie de soude pure, exempte de nitrates, et calcinant.

Dosage de l'azote (Houzeau). — Le principe de la méthode repose sur la transformation complète en ammoniaque des substances azotées fixes, calcinées au rouge au contact d'un mélange d'acétate, d'hyposulfite et de chaux sodée. L'ammoniaque qui se dégage est absorbée par un volume suffisant d'eau.

Préparation du mélange salin. — Faire fondre au bain-marie,

dans leur eau de cristallisation, 50 grammes d'acétate de sodium et 50 grammes d'hyposulfite de sodium ordinaires. Après refroidissement, on pulvérise finement le mélange salin et on le conserve pour quelques jours dans des bocaux bouchés.

Mode opératoire. — Introduire d'abord au fond du tube à combustion en verre ou en fer environ 2 grammes de mélange salin en poudre additionné de son poids de chaux sodée grossière, puis, par-dessus, une colonne de quelques centimètres de la même chaux sodée.

Peser $0^{gr},5$ de matière a analyser réduite en poudre fine (pour la terre 10 ou 25 grammes) et l'incorporer très intimement avec 10 grammes de mélange salin; après quoi, on la mélange non moins intimement avec 10 grammes de chaux sodée en poudre fine. Le tout est introduit dans le tube à combustion, qu'on remplit ensuite comme d'ordinaire par de la chaux sodée et une petite colonne de verre pilé.

Le chauffage du tube à combustion se fait d'avant en arrière.

Le mélange salin, placé au bout postérieur du tube, remplace l'acide oxalique ou l'oxalate de calcium pour la production d'un courant de gaz inerte destiné à balayer l'appareil à la fin de l'opération.

Pour le dosage scientifique, le gaz ammoniac est recueilli dans un tube de Will et Varentrapp rempli à moitié d'eau pure colorée par quelques gouttes de tournesol sensible. La neutralisation se fait au fur et à mesure de sa production dans le tube à deux boules lui-même au moyen d'une burette de Mohr disposée au-dessus de l'orifice du tube de sortie, qui doit être droit, ou taillé en biseau s'il est oblique.

L'acide titré employé est préparé de façon que 1 cc. représente 0,01 d'azote.

Dans les essais techniques, le tube à boules est remplacé par un tube abducteur plongeant dans 1 décilitre d'eau. La perte en ammoniaque est négligeable.

2° *Dosage de l'ammoniaque.* — Dans un ballon de 1 litre mélanger 1 gramme d'engrais avec $0^{gr},5$ ou 1 gramme de magnésie, calcinée récemment, et 200 centimètres cubes d'eau; distiller avec l'appareil de M. Schlœsing : un serpentin en verre, non refroidi, qui s'adapte, par sa partie inférieure, au ballon, et, par son extrémité supérieure, à un petit réfrigérant formé d'un tube de platine et d'un manchon de verre. Le tube de platine est prolongé par un entonnoir effilé qui conduit l'ammoniaque distillée dans une liqueur d'acide sulfurique normal.

On peut également, en suivant la méthode de M. Boussingault, opérer avec un appareil distillatoire ordinaire. Le premier a l'avantage d'être un appareil de fractionnement.

Nota. — Le sulfate d'ammonium doit être essayé par le perchlorure de fer, pour la présence des sulfocyanures (sulfate du gaz).

On dosera par le même procédé l'ammoniaque dans les guanos, les eaux-vannes, etc., en distillant 10 grammes de produit avec 300 cc. d'eau et 2 à 3 grammes de potasse caustique, et recevant l'ammoniaque dans l'acide normal ou normal-décime, suivant la richesse en ammoniaque.

3° *Dosage de l'acide nitrique.* (Schlœsing.) — On prend 66 grammes de nitrate de sodium pur, on les dissout dans l'eau distillée et on complète le volume à 1 litre.

On a monté à l'avance l'appareil suivant : Un ballon de 200 cc. environ fermé par un bouchon de caoutchouc, qui est traversé par deux tubes : un tube abducteur plongeant dans une cuve à eau ; l'autre, qui est un tube droit, descend jusqu'au fond du ballon ; il est relié à un petit entonnoir par un tube de caoutchouc ; une pince, mise à cheval sur le caoutchouc, permet d'interrompre la communication du ballon avec l'air extérieur.

On introduit dans le ballon, par le petit entonnoir, 30 cc. d'une dissolution de protochlorure de fer et 30 cc. d'acide chlorhydrique. On chasse l'air de l'appareil par l'ébullition : cela fait, on fait pénétrer au sein du protochlorure 5 cc. de la dissolution titrée de nitrate ; on lave l'entonnoir avec un peu d'acide ; on ferme la pince, et le liquide est de nouveau porté à l'ébullition. Le bioxyde d'azote, produit par la décomposition du nitrate de sodium par le protoxyde de fer, est recueilli dans une cloche graduée ; on détermine son volume V.

D'autre part, on a fait une solution de 66 grammes de l'engrais à analyser, dans 1 litre d'eau, et on opère de nouveau, comme il vient d'être dit, sans avoir à changer le liquide contenu dans le ballon. On détermine le volume V′ de gaz dégagé.

$$\frac{V'}{V} = \text{quantité de nitrate pur, contenu dans l'engrais.}$$

Cette méthode est applicable au dosage des nitrates dans toutes les substances qui en renferment, quelle qu'en soit la proportion. La méthode indiquée plus haut (Analyse des terres) n'est qu'une simplification de celle-ci : on peut donc employer l'une ou l'autre.

L'analyse du nitrate de soude destiné à l'agriculture comprend en outre les dosages de l'humidité, du chlore (table 261) et de la matière insoluble. On le falsifie avec du sel marin, du carbonate de soude, du sulfate de soude ou de magnésie. Les chlorures ont une influence nuisible sur la végétation ; il importe que leur proportion soit restreinte à 1 ou 2 centièmes, et alors, la partie active étant le nitrate, le dosage de l'acide nitrique fixera la valeur de l'engrais.

Préparation du protochlorure de fer. — On attaque, dans un ballon de 2 litres environ, 200 grammes de petits clous (pointes de Paris) par l'acide chlorhydrique, au bain de sable ; l'acide sera versé par petites portions jusqu'à dissolution complète du fer. On filtre, on lave le filtre, on complète le volume à 1 litre. La liqueur de protochlorure de fer s'altère très rapidement ; on doit la conserver à l'abri de l'air, et la renouveler aussitôt qu'elle prend une teinte un peu foncée.

On peut aussi, du volume de bioxyde d'azote trouvé, déduire la quantité de nitrate en réduisant à 0° et 760 millimètres (tables 67 et 68), et se servant de la table suivante (260 et 351).

AzO à 0° et à 760mm.	Az.	AzO.	Az^2O^3.	Az^2O^5.	AzO^3K.	AzO^3Na.
cc.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
1	0,627	1,343	1,701	2.417	4,521	3,805
2	1,254	2,686	3,402	4,834	9,942	7,610
3	1,881	4,029	5,103	7,251	13,563	11,415
4	2,508	5,372	6,804	9,668	18,084	15,220
5	3,135	6,715	8,505	12,085	22,605	19,025
6	3,762	8,058	10,206	14,502	27,126	22,830
7	4,389	9,401	11,907	16,989	31,647	26,635
8	5,016	10,744	13,608	19,336	31,168	30,440
9	5,643	12,087	15,309	21,753	40,689	34,245

(357) *Analyse des sulfocarbonates* (A. Müntz).

Dans un ballon de 500 cc., on verse 30 cc. de sulfocarbonate à essayer, 30 cc. d'eau et 100 cc. d'une solution saturée de sulfate de zinc. Le ballon porte un long tube abducteur traversant un petit réfrigérant ascendant ; son extrémité effilée plonge dans du pétrole (30 ou 32 cc.) contenu dans une cloche graduée de 50 à 60 cc. de capacité, divisée en dixièmes de centimètre cube. On agite le mélange des liquides du ballon. Quand le dégagement du gaz qui se produit a cessé, on chauffe avec précaution jusqu'à l'ébullition. On lit le volume du liquide contenu dans la cloche, on en retranche le volume de l'eau. L'augmentation de volume du pétrole + $0^{cc},2$ correspond au volume du sulfure de carbone condensé.

Dosage de la potasse. — On traite 2 grammes de sulfocarbonate par l'acide chlorhydrique, on étend de 50 cc. d'eau, on fait bouillir un quart d'heure. On filtre, on évapore à sec. Le reste de l'opération se fait comme pour le dosage de potasse, par l'acide perchlorique ou le chlorure de platine.

(358) *Fourrages.*

Pour les fourrages herbacés, les graines et les tourteaux, on prélèvera un échantillon moyen de 200 ou 300 grammes, qui, après dessiccation à l'air, sera réduit en poudre fine et enfermé dans un flacon bien bouché.

Si l'on a affaire à des racines, on en choisira un certain nombre donnant la moyenne de la récolte à examiner ; on les débarrassera de la terre qui y adhère, puis on les découpera en tranches très fines. Sur un lot de ces cossettes, on déterminera l'eau contenue dans les

tissus; le reste de l'échantillon sera desséché complètement à l'étuve à 32° et moulu. Cela fait, on pourra opérer comme pour les autres fourrages.

1° *Dosage de l'humidité.* — 5 grammes de matière sont desséchés à l'étuve à 110°, jusqu'à ce que le poids ne change plus.

2° *Dosage des cendres.* — On incinère 2 grammes de matière, en ayant soin de ne pas trop chauffer, afin de ne pas volatiliser les chlorures.

3° *Dosage de l'azote total.* — On opère sur 0gr,5 ou 1 gramme de matière en suivant la méthode de Will et Varentrapp. Le poids d'azote trouvé, multiplié par 6,5, donne le taux de matières azotées contenues dans le fourrage.

Il est souvent avantageux de carboniser préalablement la matière à analyser. Pour cela, elle est imbibée de quelques gouttes d'acide sulfurique, chauffée au bain de sable pour chasser l'excès de réactif, puis mélangée avec la chaux sodée. Cette précaution devra toujours être prise pour l'analyse de certaines substances difficiles à mélanger, telles que la laine, les crins, les poils, etc. On dissoudra 100 grammes de ces substances dans l'acide sulfurique, en chauffant légèrement au bain de sable. On saturera l'excès d'acide par un poids connu de craie. La masse bien mélangée et réduite en poudre au mortier sera pesée et l'azote sera dosé sur une certaine quantité du mélange. Une proportion donnera la quantité qui correspond à l'échantillon primitif.

4° *Dosage de la matière grasse.* — La matière est épuisée dans un appareil à déplacement, par l'éther ou par le sulfure de carbone. Le dissolvant de la matière grasse est évaporé, le résidu est pesé.

Dosage de l'amidon, des sucres et des gommes. — 2gr,5 de matière sont introduits dans un flacon en verre épais de 150 cc. et additionnés de 100 cc. d'eau contenant 2 grammes d'acide sulfurique. On chauffe quelques instants au bain d'eau salée sans boucher le flacon.

Lorsque la vapeur a chassé l'air, on met un bon bouchon de liège qu'on fixe par un fil de cuivre. On chauffe au bain de sel (108°) pendant 1 heure et demie, ou au bain-marie pendant 5 heures. On filtre sur un tampon d'amiante, on lave et on amène le volume à 250 cc. La liqueur renferme l'amidon, les sucres et les gommes transformés en glucose; on les dose en bloc par la liqueur de Fehling.

On peut également opérer par pesée. 50 cc. de la liqueur sont soumis à l'ébullition avec un excès de liqueur de Fehling. Le précipité formé est recueilli sur un filtre, lavé très rapidement par l'eau bouillante, séché et incinéré dans une nacelle. L'oxyde de cuivre est réduit par un courant d'hydrogène pur et pesé. Le poids du cuivre multiplié par 0,569 donne le taux de glucose.

Si l'on dose les matières par rapport à l'amidon, on devra multiplier le poids de sucre trouvé par 0,90.

6° *Dosage de la cellulose.* — Le résidu insoluble resté dans l'entonnoir est introduit de nouveau dans le flacon avec une liqueur à 5 p. 100 de potasse; on chauffe 1 heure, en prenant les précautions

qui viennent d'être indiquées. On filtre, on lave à l'eau chaude, on dessèche, on pèse, on incinère, et, du poids de la matière, on défalque le poids des cendres. La différence donne le taux de cellulose brute.

Remarque. — Lorsqu'on a à faire l'analyse d'une substance riche en matières grasses, il est bon d'opérer les dosages d'amidon et de cellulose sur la matière épuisée par l'éther.

7° *Dosage des matières sucrées.* — On épuise une certaine quantité de la matière, réduite en poudre, par l'alcool à 85°, à chaud. On chasse le dissolvant, après filtration; on reprend le résidu par l'eau distillée; on décolore le liquide par le noir animal ou par le sous-acétate de plomb. Le glucose est dosé par la liqueur de Fehling.

Le reste de la liqueur est additionné de 10 pour 100 d'acide acétique, chauffé en vase clos à 100° pendant un quart d'heure. Le sucre de canne se trouve interverti. On dose les deux sucres par la liqueur de Fehling; par différence on a le sucre de canne.

8° *Dosage des matières pectiques* (Schlœsing et Müntz). — 5 gr. de matière sont introduits dans un ballon muni d'un bouchon portant un long tube. On ajoute 100 cc. d'alcool à 90° et 0gr,5 de carbonate de potassium dissous dans quelques centimètres cubes d'eau. On chauffe au bain-marie à 75° pendant une demi-heure; on filtre sur un entonnoir garni d'amiante; on lave d'abord à l'alcool, tant que la liqueur passe colorée, et ensuite avec de l'alcool contenant 2 pour 100 d'acide chlorhydrique; on finit le lavage à l'alcool à 90°, en s'arrêtant quand tout l'acide chlorhydrique est enlevé. On laisse évaporer l'alcool que retient la matière, et on l'introduit dans un ballon avec 50 cc. d'eau et 0gr,50 à 1 gramme d'oxalate d'ammonium, suivant la richesse en matières pectiques. Après une digestion de plusieurs heures à une température de 35°, l'acide pectique est dissous; on filtre en lavant le résidu avec une petite quantité d'eau tiède; le résidu insoluble est broyé avec du sable et de nouveau traité par l'oxalate d'ammonium. Les liqueurs filtrées réunies, additionnées de 3 ou 4 fois leur volume d'alcool et de 5 ou 6 cc. d'acide chlorhydrique, donnent un précipité gélatineux d'acide pectique, qu'on recueille sur un filtre taré. On lave longtemps à l'alcool à 90°, on sèche à 100°, on pèse. Les matières albuminoïdes que retient l'acide pectique, sont une cause d'erreur; on les dose et on déduit leur poids. Il n'y a pas à tenir compte des matières minérales.

(359) *Analyse des betteraves à sucre.*

1° *Densité du jus.* — On râpe un certain nombre de racines privées du collet, représentant l'échantillon moyen; on exprime le jus et on en prend la densité au moyen d'un densimètre. On peut calculer approximativement le taux de sucre au moyen de la table 363.

On calcule ensuite le déchet produit par l'enlèvement du collet.

Dans beaucoup d'usines on prélève une betterave par panier ou tombereau, on la coupe en quatre dans le sens de la longueur, et on prend le quart de cette betterave comme échantillon moyen partiel ; on réunit tous ces quartiers, on les râpe et on exprime le jus, qui est ensuite examiné au densimètre, donnant le gramme par litre, ou à la balance aréothermique.

La correction du densimètre pour la température est de :

t		t		t		t	
9°	— 0,7	12°	— 0,4	16°	+ 0,2	19°	+ 0,8
10	0,6	13	0,3	17	0,4	20	1,0
11	0,5	14	0,1	18	0,5	21	1,2

2° *Dosage du sucre.* — On prend 160 cc. de jus, on y ajoute 40 cc. de sous-acétate de plomb à 32° B. On filtre, et dans le liquide clair on dose le sucre au saccharimètre (voyez *Sucre*).

3° *Quotient de pureté.* — On évapore 10 cc. de jus à 105°, jusqu'à ce que le poids ne change plus, on pèse; on a ainsi les matières fixes. Le quotient de pureté est égal au taux de sucre divisé par le poids des matières fixes moins celui du sucre.

4° *Dosage du glucose.* — Il est quelquefois nécessaire de doser le glucose dans les betteraves à sucre; cette opération se fait sur le jus décoloré, d'après la méthode ordinaire.

5° *Dosage des cendres.* — On dose les cendres sur 20 cc. de jus.

(360) *Composition moyenne des betteraves.*

Eau	83,5
Sucre	10,5
Cellulose et pectose	0,8
Matières protéiques azotées	1,5
Autres matières organiques	2,9
Sels minéraux	0,8

(361) *Composition moyenne des cannes à sucre.*
(Martinique et Guadeloupe.)

	%
Eau	72,22
Saccharose	17,80
Glucose	0,28
Cellulose	9,30
Cendres	0,40

(362) *Calcul de la richesse des betteraves en sucre* (Édouard Delville).

Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.
104	0,164	105	0,163	106	0,161	107	0,159	108	0,158
104,1	0,164	105,1	0,162	106,1	0,161	107,1	0,159	108,1	0,158
104,2	0,164	105,2	0,162	106,2	0,161	107,2	0,159	108,2	0,158
104,3	0,164	105,3	0,162	106,3	0,160	107,3	0,159	108,3	0,157
104,4	0,163	105,4	0,162	106,4	0,160	107,4	0,159	108,4	0,157
104,5	0,163	105,5	0,162	106,5	0,160	107,5	0,159	108,5	0,157
104,6	0,163	105,6	0,162	106,6	0,160	107,6	0,158	108,6	0,157
104,7	0,163	105,7	0,162	106,7	0,160	107,7	0,158	108,7	0,157
104,8	0,163	105,8	0,162	106,8	0,159	107,8	0,158	108,8	0,157
104,9	0,163	105,9	0,161	106,9	0,159	107,9	0,158	108,9	0,156

Cette table est destinée à faciliter le calcul de la richesse des betteraves en sucre.

Elle a été dressée pour l'usage de saccharimètres type Duboscq-Soleil à poids normal de 16^{gr},35 et en supposant que la betterave contient 0,95 de son poids de jus, chiffre généralement admis dans les transactions.

Pour calculer le $^0/_0$ de sucre dans la betterave au moyen de cette table, deux déterminations sont nécessaires : 1° la densité du jus à la température de 15^0 centigr. ; 2° la polarisation du jus après addition de 1/10 de sous-acétate de plomb. Cela étant fait, on cherchera la densité dans le tableau et l'on multipliera le nombre de degrés lu sur l'échelle du saccharimètre par le facteur placé en face de la densité ; le produit de la multiplication sera le $^0/_0$ de sucre dans la betterave.

Exemple. — Le jus marque 105 de densité ; le saccharimètre marque 60^0. La richesse de la betterave est $0,163 \times 60 = 9,78$ $^0/_0$.

(363) *Rapport entre la densité et la richesse saccharine des jus de betteraves.*

Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.
1035	6,0	1054	10,9	1073	15,9
1036	6,2	1055	11,2	1074	16,2
1037	6,4	1056	11.5	1075	16,5
1038	6,6	1057	11,8	1076	16,8
1039	6,8	1058	12,0	1077	17,0
1040	7,0	1059	12,3	1078	17,3
1041	7,3	1060	12,5	1079	17,5
1042	7,6	1061	12,8	1080	17,7
1043	7,9	1062	13,1	1081	18.0
1044	8,2	1063	13,3	1082	18,3
1045	8,5	1064	13,6	1083	18,7
1046	8,8	1065	13,8	1084	19,0
1047	9,0	1066	14,1	1085	19,3
1048	9,3	1067	14,3	1086	19,6
1049	9,5	1068	14,5	1087	20,0
1050	9,7	1069	14,7	1088	20,3
1051	10,0	1070	15,0	1089	20,7
1052	10,3	1071	15,3	1090	21,0
1053	10,6	1072	15,6	1091	21,5

(364) *Analyses de fourrages* (A. MÜNTZ).

Éléments dosés.	Avoine.	Maïs.	Féverole.	Son.	Foin.	Paille.
Eau.	17,74	12,40	11,20	13,87	18,08	14,05
Cendres, acide carbonique déduit	3,37	1,14	2.93	5,28	10,51	6,98
Matières grasses brutes.	4,00	3,24	1,56	4,17	1,74	0,99
Matières azotées	8,62	10,31	25,75	14,35	8,75	3,12
Amidon et analogues.	46,49	64,23	43,23	34,93	14,23	17,36
Sucre	0,54	0,81	1,27	2,46	1,40	0,27
Matières pectiques	0,40	0,22	1,30	0,80	1,16	0,70
Cellulose brute	9,80	1,94	7,50	5,16	21,30	31,40
Corps indéterminés (par différence)	9,04	5,70	5,26	18,98	22,83	25.13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(365) *Poids moyen d'un hectolitre de grains.*

Blé.	76 kilogr.	Avoine.	47 kilogr.
Seigle	72 —	Maïs.	67 —

(366) *Composition des cendres des végétaux* (expériences de M. Boussingault, à Pechelbronn).

Substances.	Cendres °/₀ de matière sèche.	Acide carbonique.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.
Pommes de terre	4,0	13,4	7,1	11,3	2.7	1,8	3,4	51,5	traces	5.6
Betteraves. . . .	6,3	16,1	1,6	6,0	5.2	7,0	4,4	39,0	6,0	8,0
Navets	7,6	14,0	10.9	6,1	2,9	10,9	4,3	33,7	4,1	6,4
Topinambours	6.0	11,0	2,2	10,8	1,6	2.3	1,8	44,5	traces	13,0
Froment.	2,4	»	1,0	47,0	traces	2,9	15,9	39,5	traces	1,3
Paille de froment.	7,0	»	1,0	3,1	0,6	8,5	5,0	9,2	0,3	67,6
Avoine.	4,0	1,7	1,0	14,9	0,5	3,7	7,7	12,9	0,3	53,3
Paille d'avoine	5,1	3,2	4,1	3,0	4,7	8,3	2,8	24,5	4,4	40,0
Trèfle.	7,7	25,0	2,5	6,3	2,6	24,6	6,3	26,6	0,5	5,3
Pois	3,1	0,5	4,7	30,1	1,1	10,1	11,9	35,3	2,5	1,5
Haricots.	3,5	3,3	1,3	26,8	0,1	5,8	11,5	49,1	0	1,0
Fèves.	3,0	1,0	1,6	34,2	0,7	5,1	8,6	45,2	0	0,5

(367) *Composition moyenne des céréales.*

Substances.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cellulose.	Cendres.
	°/₀	°/₀	°/₀	°/₀	°/₀	°/₀
Froment. .	13,65	12,35	1,75	67,91	2,63	1,81
Orge	13,77	11,14	2,16	65,93	5 31	2,69
Seigle. . . .	15,06	11,52	1,79	67,81	2,01	1,81
Avoine . . .	12,37	10,41	5,23	57,78	11,19	3,02
Maïs	13,12	9,85	4,62	68,41	0,49	1,51
Riz.	13,11	7,85	0,88	76,52	2,63	1,01
Millet	11,66	9,25	3.50	65,95	7,29	2,35
Sarrasin. .	11,93	10,30	2,81	55,81	16,43	2,72

Section XI. — Alcools, Vins, Vinaigres et Bières.

(Voir tables 62, 74 à 78).

(368) *Degré réel de l'alcool à 15°, ou volume d'alcool absolu dans 100 volumes de liquide alcoolique, d'après le degré de l'alcoomètre, observé à différentes températures* (Gay-Lussac).

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé (interpoler pour les degrés intermédiaires). 35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
10	37	42	46,9	51,8	56,8	61,7	66,7	71,6	76,5	81,5	86,4	91,2	96,0	
11	36,6	41,6	46,6	51,5	56,4	61,4	66,4	71,3	76,2	81,2	86,1	91,0	95,8	
12	36,2	41,2	46,2	51,1	56,0	61,0	66,0	71,0	75,9	80,9	85,8	90,7	95,6	
13	35,8	40,8	45,8	50,8	55,7	60,7	65,7	70,6	75,6	80,6	85,5	90,5	95,4	
14	35,4	40,4	45,4	50,4	55,3	60,3	65,3	70,3	75,3	80,3	85,3	90,2	95,2	
16	34,5	39,5	44,6	49,6	54,6	59,6	64,7	69,7	74,7	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17	34,1	39,1	44,2	49,3	54,3	59,3	64,3	69,3	74,3	79,4	84,4	89,5	94,6	99,7
18	33,7	38,7	43,8	48,9	53,9	58,9	64,0	69,0	74,6	79,1	84,1	89,2	94,3	99,5
19	33,3	38,3	43,5	48,5	53,6	58,6	63,7	68,7	73,7	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20	32,9	37,9	43,1	48,2	53,2	58,2	63,3	68,4	73,4	78,5	83,6	88,7	93,9	99,1
21	32,5	37,5	42,7	47,8	52,9	57,9	63,0	68,1	73,1	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22	32,1	37,1	42,3	47,4	52,5	57,5	62,7	67,8	72,8	77,9	83,0	88,2	93,4	98,8
23	31,7	36,7	41,9	47,0	52,1	57,1	62,3	67,4	72,5	77,6	82,7	87,9	93,3	98,6
24	31,3	36,3	41,5	46,6	51,8	56,8	62,0	67,1	72,2	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25	30,9	35,9	41,1	46,3	51,4	56,5	61,6	66,7	71,8	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2

Suite de la table précédente, de 17 à 32°.

Degrés du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
10	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1
11	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7
12	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2
13	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
14	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4
16	16,9	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6
17	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2
18	16,3	17,3	18,2	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8
19	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3
20	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
21	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5
22	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,6	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1
23	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7
24	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3
25	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26,0	27,0	28,0
26	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6
27	13,9	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,2
28	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,4	23,1	23,9	24,8	25,8	26,8

Suite de la table précédente de 1 à 16°.

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6
13	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2
20	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,9
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1
24	»	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9
25	»	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6
26	»	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,3	13,4
27	»	0,5	1,5	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7,0	7,9	8,8	9,7	10,5	11,5	12,0	13,1
28	»	0,3	1,3	2,2	3,1	4,1	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,2	11,7	12,8

(369) *Conversion des centièmes en volume en centièmes en poids (corrigés) pour l'alcool.*

Volumes.	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.
1	0,80	12	9,68	60	52,20	89	84,46
2	1,60	13	10,51	70	62,50	90	85,75
3	2,40	14	11,33	80	73,59	91	87,09
4	3,20	15	12,15	81	74,74	92	88,37
5	4	16	12,98	82	75,91	93	89,71
6	4,81	17	13,80	83	77,09	94	91,07
7	5,62	20	17,28	84	78,29	95	92,46
8	6,43	25	20,46	85	79,50	96	93,89
9	7,24	30	25,69	86	80,71		
10	8,05	40	33,39	87	81,94		
11	8,87	50	42,52	88	83,19		

(370) *Points d'ébullition de l'alcool aqueux* (GRONING).

Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.	Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.
77°,2	92	93	87°,5	20	71
77,5	90	92	88,7	18	68
77,8	85	91,5	90,0	15	66
78,2	80	90,5	91,2	12	61
78,7	75	90	92,5	10	55
79,4	70	89	93,7	7	50
80,0	65	87	95,0	5	42
81,2	50	85	96,2	3	36
82,5	40	82	97,5	2	28
83,7	35	80	98,7	1	13
85,0	30	78	100,0	0	—
86,2	25	76			

Nous avons trouvé pour les points d'ébullition de l'alcool aqueux, le thermomètre étant plongé dans le liquide (Laboratoire municipal).

Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébul.
0	100	5	95,8	10	92,7	15	90,2	20	88,2
1	99,0	6	95,1	11	92,1	16	89,8	21	87,9
2	98,1	7	94,5	12	91,5	17	89,3	22	87,6
3	97,3	8	93,8	13	91,0	18	88,9	23	87,3
4	96,6	9	93,3	14	90,5	19	88,5	24	87,0

(371) *Analyse sommaire du vin.*

Le vin est le produit de la fermentation du raisin frais.

Une analyse sommaire comporte les déterminations suivantes :

1° Densité du vin. — Elle varie pour les vins faits de 0,991 à 0,999. On la détermine généralement à l'œnobaromètre Houdart, qui est un densimètre dont le degré est divisé en cinq parties, et dont le 0° correspond à la densité 0,986, le 1° à 987, le 14° à 1,000. En tenant compte de la richesse alcoolique, la connaissance de la densité du vin donne un moyen commode de déterminer sa richesse en extrait.

L'œnobaromètre est plongé, en même temps qu'un therm mètre, dans le vin, renfermé dans une éprouvette. On fait la lecture au sommet du ménisque du vin et en même temps on lit la température sur le thermomètre. On a d'ailleurs déterminé la richesse alcoolique du vin par l'ébullioscope, ou par distillation (corrigée).

Le dos de la règle œnobarométrique contient la table de correction ; quand la température est au-dessous de 15°, on se sert du tableau de gauche, et il faut retrancher du degré œnobarométrique le chiffre qui se trouve à l'intersection de la colonne horizontale donnant la température et de la colonne verticale donnant la richesse alcoolique ; au-dessus de 15°, tableau de droite, il faut ajouter le chiffre.

La face antérieure de la règle servira à l'aide de ce nombre corrigé à donner la richesse en extrait. La graduation de droite contient les indications œnobarométriques corrigées ; en face du chiffre trouvé on placera l'index de la réglette mobile. Alors sur la graduation de la réglette correspondant à la richesse alcoolique en volume on cherchera le titre du vin, et en face de ce titre la graduation gauche de la règle donnera la richesse en extrait.

2° Dosage de l'alcool. *Méthode de Gay-Lussac.* — On mesure 200 centimètres cubes de vin, autant que possible rafraîchi à 15° environ (en le plongeant dans l'eau fraîche) ; si les vins sont très alcooliques (plus de 15°), on en mesure 100 centimètres cubes, qu'on mélange avec 100 centimètres cubes d'eau ; on en distille la moitié en condensant la vapeur avec de l'eau très fraîche et renouvelée, en ayant soin d'appuyer l'ouverture de l'éprouvette contre le fond du serpentin, afin d'éviter l'évaporation de l'alcool (il vaut mieux au lieu d'éprouvette employer des ballons jaugés). Le produit de la distillation est rafraîchi dans de l'eau à 15° environ et ramené exactement à 200 centimètres cubes avec de l'eau distillée. On détermine exactement la température avec un thermomètre, qui ne serve qu'à cet usage, essuyé avec un linge propre ; l'alcoomètre doit de même être essuyé avec un linge fin légèrement imprégné d'alcool. On le plonge dans le produit distillé, et on lit au-dessous du ménisque ; on corrige l'indication de la température d'après la table (368) et après correction le chiffre obtenu est la quantité d'alcool pour cent en volume ; si l'on n'a pris que 100 centimètres cubes de vin, il est nécessaire de doubler le degré.

Il est essentiel de prendre le degré alcoolique à la température où l'on a mesuré le vin.

Les vins acides ou piqués seront saturés par du carbonate de potassium avant la distillation.

M. Pasteur distille 200 centimètres cubes en recueillant 100 centimètres cubes qu'il mélange avec 50 cc. d'eau de chaux et 50 cc. d'eau distillée; il redistille ces mélanges en recueillant 100 cc., dont il détermine le titre alcoolique.

Méthode de l'ébullioscope (Malligand). — On fixe l'échelle mobile de façon que le zéro coïncide avec le bout de la colonne mercurielle lorsque de l'eau introduite dans l'appareil est en ébullition depuis quelques minutes. On rince avec le vin et l'on introduit le vin dans la bouillotte jusqu'au trait marqué, puis l'on fait bouillir après avoir introduit de l'eau froide dans le réfrigérant. La colonne mercurielle s'étant fixée pendant 2 ou 3 minutes, on lit le titre sur l'échelle. Les résultats sont exacts si la pression est voisine de 0,76. Les vins chargés en couleur ou liquoreux doivent être coupés de leur volume d'eau; les vins de liqueur de 3 volumes d'eau. On ramène par le calcul le titre au volume de vin primitif. A défaut d'un instrument spécial, on peut se servir des renseignements contenus dans la table 370.

L'ébullioscope différentiel Amagat comprend deux chaudières, l'une renfermant l'eau distillée, l'autre le vin; le contrôle du zéro se fait ainsi pendant l'opération. On rince l'appareil de droite avec un peu de vin, puis on y verse 50 cc. de vin; à gauche on met 15 cc. d'eau distillée; on remplit le réfrigérant d'eau froide. On règle à l'aide de la vis la colonne mercurielle de gauche en face du petit trait (du grand trait pour l'eau et les alcools dilués) et à droite on lit le titre alcoolique. De temps en temps on vérifie le 0° en mettant à droite 15 cc. d'eau distillée et amenant le 0° de l'échelle en face du mercure; on desserre alors la vis de gauche et on ramène le grand trait de la règlette mobile en face du mercure du thermomètre gauche. On nettoie de temps en temps les chaudières avec un peu de potasse et d'eau, qu'on fait couler jusqu'à ce que l'eau sorte bien claire; on rince bien ensuite. La lampe doit brûler de l'alcool à 87°-92° et la mèche doit toucher le fond de la chaudière.

Pour les vins riches en extrait, il est prudent de les dédoubler avec de l'eau en les essayant à l'ébullioscope.

3° Platrage. — La loi du 11 janvier 1891, dite loi Brousse, a fixé à 2 grammes de sulfate de potassium par litre la *limite* du plâtrage pour les vins mis en vente ou livrés. S'il se trouve en outre dans le vin un excès d'alumine provenant du plâtrage, le vin pourra être considéré comme renfermant de l'alun.

On emploie, à l'effet de vérifier si le vin dépasse cette limite, une solution contenant, par litre, 4gr,781 de chlorure de baryum anhydre, ou 5gr,608 de sel cristallisé, et 10 cc. d'acide chlorhydrique; 10 cc. de cette liqueur, équivalant à 4 centigrammes de K^2SO^4, sont ajoutés à 20 cc. de vin : le mélange filtré ne doit plus précipiter par le chlorure barytique.

La liqueur titrée de chlorure de baryum se vérifie soit en mélangeant 20 cc. avec 9cc,2 de liqueur normale-décime d'acide sulfurique : le mélange filtré ne doit plus renfermer de quantité notable de baryte ou d'acide sulfurique; soit en évaporant dans une capsule de platine 25 cc. de liqueur avec un petit excès d'acide sulfurique, et calcinant au rouge : on doit avoir 0gr,1235 de sulfate de baryum.

D'après M. Marty, les vins naturels renferment de 0gr,194 à 0gr,583 de sulfate de potassium par litre. Par conséquent, dans un tube à essais on introduit 25 cc. de vin, et on ajoute 1 cc. 1/2 du liquide barytique de Marty [1]. Sur un petit filtre on verse le liquide et on essaye les premières gouttes qui passent avec ce liquide barytique; s'il ne se forme pas de précipité, le vin n'est pas plâtré; s'il s'en forme un, à 25 centimètres cubes de vin placé dans un nouveau tube à essais on ajoute 2 cc. 1/2 de liquide titré, on filtre et on essaye de nouveau; s'il ne se fait aucun précipité, le vin est légèrement plâtré, au-dessous de 1 gramme de sulfate de potassium ; s'il s'en fait un, dans un nouveau tube à essais on met 25 cc. de vin et 5 cc. de liquide titré; on filtre et on essaye; s'il se fait un précipité, c'est que le vin tient plus de 2 grammes de sulfate de potassium et doit être refusé, aux termes de la circulaire ministérielle.

Il est souvent important de déterminer à peu près la quantité de sulfate de potassium que renferme un vin, afin de le couper de manière à ne pas dépasser la dose limite dans le produit vendu. Le procédé rapide consiste à opérer avec deux séries de cinq tubes à essais et cinq entonnoirs munis de filtres en papier. Dans les cinq tubes on verse 10 centimètres cubes de vin ; puis dans le 1er tube on ajoute 1 centimètre cube de la liqueur de M. Marty, équivalant à 1 gramme par litre de sulfate de potasse; dans le 2e on met 2 cc.; dans le 3e, 3 cc., et ainsi de suite. Après quelques heures on filtre le contenu des cinq tubes dans les cinq tubes correspondants de la 2e série, puis à chacun des liquides clairs on ajoute quelques gouttes de la liqueur barytique.

Si les nos 3, 4 et 5 donnent des précipités, tandis que les nos 1 et 2 n'en donnent pas, on en conclut que le vin est plâtré entre 2 et 3 grammes; on peut pousser le dosage plus loin, en répétant ces opérations avec les cinq tubes et prenant 2cc,2 de liqueur barytique dans le 1er, 2,4 dans le 2e, 2,6 dans le 3e, et ainsi de suite; mais il est rare que les nécessités commerciales exigent les décimales.

4° Recherche de l'acide salicylique. — A 50 cc. de vin on ajoute 2 à 3 cc. de perchlorure de fer officinal et 1 ou 2 gouttes d'acide chlorhydrique; on agite avec 25 cc. d'éther ou mieux de chloroforme qu'on décante et qu'on lave à l'eau une ou deux fois; on évapore le dissolvant à froid et on ajoute 1 goutte de perchlorure de fer dilué

1. Il se compose de chlorure de baryum cristallisé 14gr,007 et 50 cc. d'acide chlorhydrique par litre : 10 cc. équivalent à 0gr 1 K^2SO^4.

à la teinte jaune-paille, qui donne avec l'acide salicylique une belle coloration violette.

5° Recherche de la couleur. — Nous donnons ici une méthode sommaire pour s'assurer que le vin n'est pas coloré artificiellement.

a. On dépose une goutte de vin sur un bâton de craie albuminée, préparé en trempant dans l'albumine à 10 % un bâton de craie, laissant sécher à 100° et grattant la couche superficielle. Tout vin donnant une tache verdâtre, violacée ou rose sera suspect.

b. On sature 30 cc. de vin avec de l'eau de baryte, jusqu'à coloration verte et on agite avec 15 cc. d'éther acétique ; on laisse reposer. Tout vin qui colore l'éther acétique doit être rejeté : il renferme un dérivé basique du goudron de houille.

c. On additionne 50 cc. de vin d'un excès d'ammoniaque et on agite avec 25 cc. d'alcool amylique pur : si l'alcool amylique se colore, on a affaire à l'orseille, ou à un dérivé du goudron de houille, généralement azoïque.

d. On mesure 4 cc. de vin, on fait virer au violet par du carbonate sodique dilué, on ajoute 2 cc. d'alun à 10 % et 2 cc. de carbonate sodique à 10 %; on filtre : toute laque violacée ou bleue, tout liquide qui n'est pas franchement vert-bouteille, doivent faire suspecter le vin, qui renferme probablement campêche, cochenille, phytolacca, sureau, etc. Le liquide filtré est ensuite acidulé par l'acide sulfurique et examiné au spectroscope : on y reconnaît aisément la bande caractéristique du dérivé sulfoconjugué de la fuchsine (table **374**).

e. A 4 cc. de vin on ajoute 1 cc. d'alun, puis du carbonate de sodium jusqu'à formation d'un précipité, qu'on redissout dans un petit excès d'acide acétique. Un vin qui donne une coloration violet pur doit être suspecté de renfermer du sureau, hièble, troène, myrtille, mauve noire.

(372) *Analyse complète du vin.*

On pratiquera d'abord l'analyse sommaire indiquée plus haut, et qui donnera de précieuses indications sur la marche à suivre pour l'analyse; on fera ensuite les dosages suivants. Nous comptons les résultats en grammes par litre ; en Allemagne, il est de règle de les compter en grammes par 100 cc. à 15°.

6° *Extraits.* — L'extrait se détermine à 100° ou dans le vide.

Pour l'extrait à 100°, nous conseillons des capsules cylindriques, en platine, de 7 centimètres de diamètre sur 25 millimètres de profondeur. On y mesure 25 cc. de vin, qu'on évapore pendant 7 heures, dans un bain-marie muni d'un niveau constant et d'une grille affleurant exactement le niveau de l'eau, de sorte que le fond de la capsule plonge dans l'eau et que la capsule elle-même soit entourée de vapeur d'eau. C'est le procédé qui, d'après nos essais, assure la dessiccation la plus régulière et la plus complète. L'augmentation de poids, multipliée par 40, donne l'extrait à 100° par litre.

En Allemagne, on emploie des capsules de platine de forme surbaissée, de 85 millimètres de diamètre et 20 millimètres de haut, pesant environ 30 grammes; on évapore 50 cc. de vin au bain-marie et on chauffe encore 2 heures 1/2 à l'étuve à eau bouillante. Pour les vins riches en sucre (plus de 5 grammes par litre), on prend des quantités de vins telles, que l'on ait 1 gramme à 1gr,5 d'extrait. Ce procédé est moins régulier que le nôtre.

Pour l'extrait dans le vide, le mieux est d'employer des vases en verre spéciaux, que l'on obtient en faisant couper des becherglas de 7 centimètres de diamètre à 15 millimètres du fond, et rodant le bord. On tare ces vases, et on marque le poids trouvé, ainsi qu'un numéro d'ordre, au moyen d'un diamant. La tare ne change que de quelques milligrammes dans l'espace d'un mois. Dans ce vase on introduit 10 cc. de vin, et on maintient dans le vide sur l'acide sulfurique renouvelé chaque jour, pendant deux jours, puis encore deux ou trois jours sur l'anhydride phosphorique.

Pour les vins riches en sucre, on prend seulement 5 cc., ou on opère dans des vases plus grands et de même forme.

7° *Cendres.* — On incinère l'extrait à 100°, contenu dans la capsule de platine, à la température du rouge sombre.

Les vins dont les cendres ne sont pas blanches à la simple calcination renferment en général du chlorure de sodium.

Aux cendres obtenues on ajoute 5 cc. d'acide sulfurique normal-décime, on laisse digérer à une douce chaleur, puis on titre l'excès d'acide et on calcule l'alcalinité en carbonate de potassium.

On recherche ensuite par évaporation avec un peu de carbonate de sodium l'acide borique (table 167).

On peut doser le chlore par le sulfocyanure sur 25 à 50 cc. de vin sursaturés par du carbonate de sodium, évaporés et incinérés (table 261).

Une analyse complète des cendres exige au moins 200 cc. de vin; il y a lieu de doser les acides sulfurique et phosphorique, le chlore, la silice, la chaux, la magnésie, la potasse, la soude, l'alumine et l'oxyde de fer.

On doit distinguer les cendres solubles et insolubles dans l'eau.

Pour les phosphates, on incinère 25 à 50 cc. Si les cendres sont alcalines, on les reprend par l'acide nitrique et on dose par le molybdate. Si elles sont peu alcalines, on incinère avec un peu de carbonate de sodium et de salpêtre.

8° *Sulfates.* — Ce dosage s'effectue par pesée, sur 100 à 200 cc. de vin (suivant la quantité trouvée à l'essai préliminaire); en acidulant par 1 cc. d'acide chlorhydrique, chauffant vers 90° et ajoutant 3 cc. pour 200 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o par gramme de sulfate trouvé (371, 3°) on chauffe encore 2 heures et on filtre; le poids de sulfate de baryum trouvé, multiplié par 0,7473, donne le sulfate de potassium correspondant.

9° *Sucre.* — On peut opérer soit avec le résidu du dosage de l'alcool, ramené au volume primitif, soit avec le vin; si le vin est incomplète-

ment fermenté, on le sature au violet-bleuâtre par du carbonate de sodium, on ajoute 10 grammes de noir pur, on évapore à 50 cc., on filtre, et on lave le noir à l'eau distillée bouillante pour compléter 100 cc.

S'il est peu sucré, le vin (ou le résidu de la distillation ayant servi au dosage de l'alcool par le procédé de Gay-Lussac, et ramené au volume primitif, 200 cc.), est directement traité par 10 grammes de noir animal et filtré. Le liquide est examiné au polarimètre; sur une autre partie on dose le glucose par la liqueur de Fehling; enfin 50 cc. sont fermentés complètement, puis soumis à la dialyse; on met de l'autre côté de la membrane au moins 400 à 500 cc. d'eau; il n'est pas nécessaire d'employer de l'eau distillée. Le lendemain on examine au polarimètre le liquide resté sur le dialyseur; s'il y a addition au vin de glucose commercial, la dextrine non dialysable qui ne fermente pas, dévie à droite le plan de polarisation; avec addition de vin de raisins secs, les corps lévogyres non dialysables que celui-ci renferme donneront une déviation à gauche.

La méthode officielle allemande prescrit de décolorer les vins peu sucrés par le noir, et les autres par le sous-acétate de plomb dont l'excès est précipité par du carbonate de sodium; on titre au Fehling. Si l'interversion indique la présence de saccharose, on l'intervertit par l'acide chlorhydrique, on dose au Fehling et on calcule la différence des deux dosages en saccharose.

Le dosage direct de la glucose dans les vins n'est pas absolument entravé par les tannins du vin, mais par leur présence la liqueur se colore en vert et la fin de la réaction est plus difficile à reconnaître : dans les vins blancs, par exemple, le procédé Soxhlet ou Aimé Girard (pesée du sous-oxyde de cuivre ou du métal) est très praticable; dans ce cas il faut ajouter au vin du carbonate de sodium.

La méthode allemande prescrit, pour l'examen polarimétrique, de traiter 60 cc. de vin blanc par 3 cc. de sous-acétate de plomb, de filtrer et à 31,5 cc. du liquide clair d'ajouter 1 1/2 cc. de carbonate de sodium saturé. On filtre, on examine au tube de 20 centimètres et on multiplie le résultat par 11/10 (en ajoutant 1/10e au chiffre trouvé). Pour les vins rouges, on prend 60 cc. de vin, 6 cc. de sous-acétate; à 33 cc. de liquide filtré on ajoute 3 cc. de carbonate de sodium, on filtre, on examine et on ajoute au chiffre trouvé 1/5e de sa valeur.

Si la déviation dépasse + 20′ au tube de 20 centimètres, on évaporera 210 cc. de vin avec quelques gouttes d'acétate de potassium à 20 o/o, à consistance sirupeuse au bain-marie; on ajoute peu à peu en remuant 200 cc. d'alcool à 90°, on décante le liquide clair pour le distiller et l'évaporer à 5 cc.; on ajoute 15 cc. d'eau, on décolore au noir, on filtre; avec les eaux du lavage on complète 30 cc. Ce liquide est examiné; s'il marque plus de + 30′, il renferme de l'amyline; il est prudent de le faire fermenter et d'examiner ensuite.

Si le vin devient laiteux et dépose des grumeaux par son mélange avec 2 1/2 volume d'alcool à 90 pour 100, on l'évapore à consistance sirupeuse, on épuise le résidu par l'alcool à 96 pour 100, et la gomme arabique ou la dextrine restante est reprise par l'eau, saccharifiée sous pression avec l'acide chlorhydrique ; le sucre, dosé au Fehling, est calculé en gomme ou en dextrine.

10° *Acidité.* — On sature par la soude-décime 200 à 400 cc. d'eau, en présence de phtaléine du phénol (page 524) jusqu'à coloration violette persistante ; on y fait couler 10 cc. de vin et on ramène au violet persistant par la soude-décime : les vins rouges sous l'action de l'alcali passent au violet, puis au gris-souris, et le virage au violet est facile à saisir si l'on a mis assez de phtaléine. Si le vin est trop coloré, on pratique des touches avec le papier de tournesol, jusqu'à ce que la tache soit bleue.

On peut de même déterminer l'acidité de l'extrait dans le vide, repris par l'eau tiède : on dilue à 200 ou 400 cc, et on titre ; on déduit le volume d'alcali nécessaire pour faire virer au violet le même volume d'eau.

Les acides volatils se dosent en saturant par un alcali 20 cc. de vin, qu'on concentre au bain-marie dans une cornue traversée par un courant d'air ; on ajoute un excès d'acide phosphorique sirupeux et on distille à sec : dans le produit distillé on dose l'acidité qu'on calcule en acide acétique. Suivant l'âge des vins, on trouve de 0gr,4 à 0gr,5 d'acide acétique par litre.

L'acidité du vin s'évalue ordinairement en acide sulfurique SO^4H^2 par litre. En Allemagne on l'évalue en acide tartrique pour 100 cc., et on la détermine par les touches au papier de tournesol. Les acides volatils se dosent par distillation avec la vapeur d'eau et titrage, et se calculent en acide acétique.

L'acidité en acide sulfurique $\times$ 1,53 = acidité en acide tartrique, et inversement celle-ci $\times$ 0,653 = acidité en acide sulfurique. Si l'on compte l'acidité en SO^3, celle-ci $\times$ 1,875 = acidité en acide tartrique. L'acidité en acide acétique $\times$ 0,817 = acidité en H^2SO^4.

11° *Tartre.* — Dans un ballon on verse 20 cc. de vin avec 80 cc. d'un mélange d'alcool absolu et d'éther à 65°, à volumes égaux, puis on laisse reposer 24 heures. Après ce temps on recueille sur un filtre le précipité, qui est du bitartrate de potassium, on le lave avec le mélange éthéro-alcoolique, on dissout dans l'eau, et on détermine l'acidité par la potasse normale-décime dont 1 cc. = 0gr,01881 de tartre dans 20 cc. ou 0,94 par litre ; on ajoute par litre 0gr,2 correspondant au tartre dissous par l'alcool éthéré.

En Allemagne, on prend 20 cc. de vin et 200 cc. d'un mélange à parties égales d'éther et d'alcool absolus.

12° *Acide tartrique libre.* — On le recherche en saturant 200 cc. de vin de tartre pur, finement divisé, filtrant après 6 heures et ajoutant 2 gouttes d'acétate de potassium : l'acide tartrique libre donne un précipité au bout de 12 heures, si la température n'a pas changé.

Pour le doser, à 20 cc. de vin on ajoute 2 gouttes d'une solution

alcoolique à 20 o/o d'acétate de potassium et 80 cc. d'alcool éthéré; on termine comme un dosage de tartre. En retranchant du nombre de centimètres cubes trouvés ceux que nécessitait le tartre, la différence, multipliée par $0^{gr},75$, donne l'acide tartrique en grammes par litre.

Nota. — On doit laisser le bitartrate se déposer pendant 72 heures, à une température constante entre 0 et 10^{0}; faciliter ce dépôt en ajoutant dès l'abord une pincée de gros sable quartzeux bien lavé, et remuant tous les jours plusieurs fois.

13° *Glycérine.* — On évapore 250 cc. de vin avec quelques grammes de chaux éteinte ou d'hydrate de baryte dans le vide sec, et on reprend le résidu solide par un mélange de 100 cc. d'alcool à 92^{0} et 150 cc. d'éther à 62^{0}. On filtre, on évapore sans chauffer; on fait passer dans une capsule tarée, on évapore dans le vide sur l'acide sulfurique, puis sur l'anhydride phosphorique, et on pèse la glycérine pure.

Si les vins sont plâtrés, ce procédé devient inapplicable. Dans ce cas, on évapore 250 cc. de vin au cinquième de leur volume, on ajoute de l'acide hydrofluosilicique, un volume d'alcool; on filtre, puis on ajoute un excès d'eau de baryte; on évapore dans le vide sur du sable quartzeux, enfin on reprend par 300 cc. d'un mélange d'alcool et d'éther purs et anhydres, à volumes égaux. On évapore ce liquide et on maintient 24 heures le résidu dans le vide sec sur l'anhydride phosphorique; on pèse la glycérine pure ainsi obtenue (H. Raynaud). On multiplie le poids de glycérine par 4 pour le ramener au litre.

Il est préférable de peser la glycérine dans une nacelle tarée assez grande, qu'on introduit ensuite dans un tube chauffé à 180^{0} et où on fait le vide. On pèse après 2 heures; la différence de poids donne exactement la glycérine.

En Allemagne, on évapore 100 cc. de vin dans une capsule spacieuse à fond rond, et quand il ne reste plus que 10 cc., on ajoute un excès de lait de chaux et du sable lavé, et on termine l'évaporation; le résidu broyé est repris au bain-marie par 50 cc. d'alcool à 96^{0}, recueilli sur un filtre et épuisé par de petites quantités d'alcool dont on a en tout 100-200 cc.; on distille, on reprend le résidu sirupeux par 10 cc. d'alcool absolu, on filtre, on ajoute 15 cc. d'éther, on laisse déposer, on filtre et on évapore; on sèche 1 heure à l'étuve et on pèse.

14° *Acide succinique.* — On évapore dans le vide 250 cc. de vin sur du sable, on épuise par l'éther anhydre (environ 250 cc. en plusieurs fois), on filtre, on évapore à sec sans chauffer et on titre le résidu par la potasse normale-décime dont 1 cc. = $0^{gr},0059$ d'acide succinique, soit 0,0236 par litre.

15° *Tannin.* — On sature partiellement par un alcali 10 cc. de vin de manière à ne laisser qu'une acidité correspondant à 3 grammes par litre, en H^2SO^4 : on ajoute 1 cc. d'acétate de sodium à 40 pour 100, puis goutte à goutte, tant qu'il se fait un précipité, une solution

de perchlorure de fer à 10 pour 100, dont une goutte = $0^{gr},05$ de tannin.

Les vins jeunes doivent être dépouillés de l'acide carboniquo par agitation.

Les autres procédés de dosage du tannin sont longs et pas beaucoup plus exacts que celui que nous décrivons, et qui est recommandé, concurremment avec celui de Neubauer, par l'Instruction officielle allemande sur l'analyse des vins.

Les tannins du vin sont solubles dans l'éther et se colorent en vert par le perchlorure de fer.

16° *Acide malique.* — On concentre à moitié 50 cc. de vin, on sursature par du carbonate de sodium; dans une fiole jaugée de 50 cc. on introduit le vin saturé, les eaux de lavage, puis 5 cc. de chlorure de baryum à 10 pour 100; on complète avec de l'eau jusqu'au trait, on agite et on laisse reposer : après 24 heures on prélève 25 cc., qu'on évapore à sec au bain-marie avec un excès d'acide chlorhydrique; on reprend par l'eau et on titre alcalimétriquement. Dans ces conditions il ne reste comme acides fixes que les acides malique et citrique : le vin ne renferme pas normalement ce dernier, et sa présence indiquerait l'addition de baies végétales. Dans ce cas, on séparerait facilement les deux acides, en concentrant le liquide alcalin, précipitant par le chlorure de calcium et l'alcool, et lavant le précipité à l'eau de chaux bouillante qui dissout le malate et laisse le citrate de calcium.

(373) *Falsification du vin.*

Les falsifications du vin sont nombreuses, et il est nécessaire de distinguer deux cas : ou le vin est vendu comme naturel, et il faut vérifier si le vin est réellement du cru et de l'année indiqués, ou c'est un vin de coupage ou de soutirage, et dans ce cas le chimiste ne peut répondre qu'à cette question : Y a-t-il eu manipulation frauduleuse ou addition d'éléments étrangers au vin?

Dans tous les cas, l'analyse chimique devra être éclairée par les avis de la dégustation. Les questions à poser aux dégustateurs sont celles-ci : 1° Le vin est-il naturel ou de coupage, et dans ce cas quels sont les éléments dominants du coupage? 2° Est-il limpide et a-t-il subi des maladies? 3° A-t-il été l'objet de manipulations frauduleuses, mouillage, vinage, etc.?

Les maladies du vin sont décelées par l'examen microscopique des dépôts et du fond des bouteilles.

Mouillage. — L'addition d'eau est facile à reconnaître dans les vins naturels, par la comparaison avec un vin de même origine et de même année. La comparaison entre les différents éléments des deux vins indiquera la proportion d'eau ajoutée. Dans le cas des vins de soutirage dont il est impossible de reproduire un type conforme, l'appréciation du mouillage se base sur la dégustation et sur les rapports que présentent entre eux les divers éléments. M. Gautier a indiqué, comme

règle empirique, que dans les vins français, à l'exception de quelques petits vins du Midi, du cépage dit aramon, en additionnant le degré alcoolique avec le chiffre exprimant l'acidité en acide sulfurique, le total doit être de 13 au moins; pour les vins plâtrés on retranche de l'acidité $0^{gr},2$ par gramme de sulfate de potassium. Nous ajouterons à cette règle que, dans les coupages où entrent des vins étrangers, forts en alcool et la plupart vinés, le chiffre s'élève à 17, d'après nos observations: la dégustation indiquera le vinage et la présence des vins étrangers. Enfin à Paris on peut se baser sur l'usage commercial de vendre les soutirages en gros, au titre moyen de 11 à 13° d'alcool et 22 à 26 grammes d'extrait, et de les mouiller au cinquième pour la vente au détail.

Vinage. — Le vinage se caractérise par la dégustation et par la modification du rapport de l'alcool (en poids) à l'extrait; quand ce rapport est supérieur à 4,5 pour un vin rouge, on peut affirmer que le vin est viné. En Allemagne on admet que la glycérine forme les 7 à 14 pour 100 de l'alcool, et que si on en trouve moins de 7 pour 100, le vin est manifestement viné.

Sucrage. — Le sucre se transformant par la fermentation en alcool et glycérine, on reconnaît son addition, comme celle de l'alcool, par la modification du rapport de l'alcool à l'extrait. Si le sucre employé n'est pas pur, on retrouve dans le vin ses impuretés; le sucre de fécule laisse une forte proportion de dextrine non fermentée, qui se retrouve par l'examen au polarimètre (le vin dévie fortement à droite, surtout après dialyse), ou en pratiquant le procédé de Neubauer au complet.

Pétiotisage. — Les vins de seconde cuvée, préparés en ajoutant au marc du sucre et de l'eau, se comportent à peu près comme des vins mouillés et vinés; l'insuffisance de l'extrait, du tartre, de la glycérine et la dégustation suffisent à les caractériser, ou au moins à les distinguer des vins purs.

Gallisage. — Gall admet qu'un bon moût doit renfermer 24 pour 100 de sucre et 0,6 pour 100 d'acide; et un moût médiocre 18 à 20 pour 100 de sucre et 0,5 à 0,6 d'acide: on ajoute au moût les quantités d'eau et de sucre nécessaires pour diminuer son acidité et ramener sa composition au chiffre normal. Les vins gallisés ont à peu près les mêmes caractères que les vins pétiotisés.

Vins de raisins secs. — Les vins de raisins secs renferment un excès de sucre, de cendres et d'extrait; aussi les vine-t-on généralement. La dégustation les reconnaît très facilement, même dans les coupages. En général ils renferment très peu de glycérine.

Scheelisage. — L'addition de glycérine se reconnaît par le dosage de ce corps : elle doit former le 10° au 14° du poids de l'alcool; si on en trouve plus, on peut affirmer l'addition de glycérine, dont on ajoute d'ailleurs des doses assez notables pour adoucir et corser le vin.

Autres fraudes. — Les vins aigris sont saturés par des alcalis: on reconnaît cette fraude à l'examen des cendres.

On sale les vins pour masquer le mouillage. Un vin naturel renferme très rarement plus de $0^{gr},1$ de chlorure de sodium; la limite légale est de 1 gramme par litre. On fera le dosage du chlore et de la soude dans les cendres. Le poids du chlorure d'argent $\times 0{,}5272 = KCl$, et $\times 0{,}4080 = NaCl$.

La présence de chlore peut provenir également du déplâtrage du vin par le chlorure de baryum : alors il se produit du chlorure de potassium. Dans les vins déplâtrés par le chlorure ou le carbonate de baryum, l'alcalinité des cendres est toujours faible, et inférieure à 1/2 gramme de carbonate de potassium. En outre, le déplâtrage par le carbonate de baryum introduit dans le vin des quantités appréciables de baryte, qu'on retrouve dans les cendres.

Les cendres qui renferment une quantité notable de chlorures ont un aspect fondu caractéristique.

L'addition d'alun se fait rarement seule : elle accompagne généralement la coloration par le sureau.

Pour doser l'alumine, on acidule le vin par l'acide acétique, on précipite par un léger excès d'acétate de plomb, on filtre, on enlève l'excès de plomb par l'acide sulfurique, et dans le liquide filtré on précipite par le carbonate de sodium l'alumine (et l'oxyde de fer) : si ce dernier était abondant, on le séparerait par dissolution dans la potasse et précipitation de l'alumine par le sel ammoniac. L'alumine lavée et calcinée est pesée. Un vin normal ne renferme que $0^{gr},02$ au plus d'alumine; tout vin qui en renferme plus de $0^{gr},05$ à $0^{gr},1$ devra être considéré comme aluné. Le poids de l'alumine multiplié par 9,23 donne celui de l'alun de potasse, ou par 8,82 celui de l'alun d'ammoniaque.

Parmi les agents conservateurs, on n'emploie guère que l'acide salicylique, dont nous avons décrit le mode de recherche; le borax, qui donne aux cendres un aspect fondu, et se recherche par la coloration verte de la flamme, en traitant les cendres par l'acide sulfurique et l'alcool; enfin l'acide sulfureux, qui se retrouve comme dans la bière (table 378).

L'addition d'acide sulfurique libre se fait fréquemment, et ne peut se prouver que si, en l'absence de l'alunage, la teneur des cendres du vin en acide sulfurique est inférieure à la quantité trouvée par le dosage direct sur le vin. En outre, il y a lieu de rechercher l'arsenic que renferment toujours les acides commerciaux.

L'addition d'acide tartrique se décèle par le dosage de l'acide tartrique libre (**372**, 12°), dont les vins ne renferment que des quantités très faibles, et seulement si les raisins dont ils proviennent n'étaient pas mûrs.

Les additions de cidre et de poiré se reconnaissent d'une part à l'odeur de l'alcool distillé, d'autre part à l'insuffisance du tartre et à la richesse en acide malique.

Enfin il y a lieu de rechercher l'acide oxalique, introduit par les fleurs de *Bassia latifolia*, qui servent à faire une piquette grossière dans le genre des vins de raisins secs, ou bien par les baies de phytolacca, employées à colorer le vin. Le vin traité par le chlorure de

calcium et l'acide acétique laissera déposer l'oxalate de calcium, qui sera rassemblé sur un filtre et pesé.

(374) *Étude de la matière colorante.*

La marche sommaire donne déjà des indications utiles sur le groupe de matières colorantes à rechercher spécialement.

Si, par exemple, la réaction *b* est suspecte, et qu'il y ait lieu de procéder à la recherche d'un dérivé basique du goudron de houille, on prend 150 cc. de vin suspect et on les sature par un léger excès d'eau de baryte, ou avec une solution aqueuse de potasse ou de soude, de manière à rendre la liqueur complètement alcaline. La nuance du précipité obtenu avec l'eau de baryte peut, jusqu'à un certain point, fournir un indice sur les matières colorantes autres que celles qui dérivent de l'aniline et qui sont employées à colorer les vins, campêche, cochenille, etc.; puis on ajoute 25 à 30 cc. d'éther acétique ou d'alcool amylique, on agite et on laisse reposer. On décante l'éther, ou alcool amylique, on filtre et on évapore rapidement en présence d'un fil de laine ou d'un mouchet de soie composé de quelques fils de soie (3 ou 4 au plus).

La liqueur éthérée ou l'alcool amylique prend le plus souvent une coloration plus ou moins rosée, surtout si l'on n'a pas ajouté au vin un trop grand excès de baryte; il est bon de s'arrêter quand le précipité devient vert. La coloration rosée, très sensible surtout avec l'alcool amylique, s'aperçoit très aisément lorsqu'on regarde horizontalement la surface de séparation du vin et du liquide ajouté.

Le passage de la solution éthérée à travers un papier à filtre a pour but d'enlever toutes traces de liqueur-mère aqueuse qui pourrait masquer ou modifier la teinte déposée sur le tissu.

Lorsqu'on a obtenu sur la laine ou sur la soie une coloration rouge, il suffit, pour distinguer si cette teinte est fournie par la rosaniline ou la safranine, de verser sur le tissu quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré. La rosaniline se décolore et donne une nuance feuille morte; l'eau en excès ramène la couleur primitive. La safranine passe, dans les mêmes conditions, au violet, au bleu foncé, et enfin au vert clair. En ajoutant peu à peu de l'eau, les mêmes phénomènes de coloration se reproduisent dans l'ordre inverse; enfin, une plus grande quantité d'eau régénère la couleur primitive.

La safranine et quelques autres matières colorantes dérivées du goudron ayant peu d'affinité pour la laine, il est bon de faire les essais de teinture: 1° avec la laine; 2° avec la soie.

Les violets solubles dans l'eau donnent, par le même réactif, une coloration bleu-verdâtre, puis jaune; l'eau en excès donne une solution violette.

La mauvaniline fournit, avec l'acide chlorhydrique, une nuance d'abord bleu-indigo, puis jaune, plus feuille morte que celle produite ec la rosaniline; l'eau en excès fait virer la solution au violet-rouge.

a chrysotoluidine ne se colore que très peu par l'acide chlorhy-

drique, pour la caractériser, il suffit de faire bouillir la solution ou le tissu teint avec un peu de tuthie ou poudre de zinc : les bases donnent des leucodérivés incolores, tandis que celui qui est produit par la chrysotoluidine se colore au contact de l'air.

Le brun d'aniline (brun de phénylène-diamine) se fixe directement sur le tissu avec une couleur jaune-rouge ; au contact de l'air ou avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu, la nuance vire au brun-rouge foncé. La solution acétique un peu concentrée teint également en brun-rouge ; en solution étendue, la nuance qui se fixe est brun-jaune.

Enfin ajoutons, en terminant, que, pour distinguer la rosaniline et autres similaires d'avec la cochenille, il suffira de verser quelques gouttes d'hydrosulfite de sodium : les sels de rosaniline sont entièrement décolorés, tandis que la teinte rose de la cochenille n'est détruite que très lentement.

Si l'essai *c* donne une coloration, on opère de même sur 100 à 150 cc. de vin, ou sur le résidu de la distillation de l'alcool ; on ajoute un petit excès d'ammoniaque, jusqu'à virage complet, puis 30 cc. d'alcool amylique. On agite, on laisse les couches se séparer, on décante la couche inférieure, on lave l'alcool avec un peu d'eau, on le filtre et on l'évapore de préférence dans le vide, ou au bain-marie, avec quelques centimètres cubes d'eau, une goutte d'acide acétique et un mouchet de soie. On caractérise alors les dérivés azoïques, qui colorent l'alcool amylique en orange ou en rouge, soit sur le mouchet, soit sur la couleur déposée sur les parois de la capsule, au moyen d'une goutte d'acide sulfurique concentré. Si la teinture est rose et que l'acide sulfurique donne une coloration bleue, verte ou violette, on a affaire au rouge de Biebrich ; si la teinture est grenat, c'est du bordeaux ou de la roccelline.

Enfin si l'alcool amylique est violet, et le vin également, il y a lieu de rechercher l'orseille, en agitant directement le vin avec de l'éther ; on décante et on traite l'éther par l'ammoniaque, qui donne une coloration violette.

Si le vin devient violet, sans colorer l'alcool amylique, il y a lieu d'agiter en liqueur acide avec l'éther acétique ou l'alcool amylique, et de rechercher la coralline rouge, ou la cochenille, par le spectroscope.

Le campêche peut se confondre avec ces diverses couleurs ; on le reconnaît à ce que, en agitant le vin avec l'éther, celui-ci se colore en jaune et donne un liquide rouge par l'ammoniaque : de plus, le vin vire au violet par le bichromate de potassium.

Le fernambouc se comporte à peu près comme le campêche.

Dans les mêmes conditions, le vin colore quelquefois l'éther en rouge, mais l'ammoniaque fait virer cette couleur au jaune-orange.

Le dérivé sulfoconjugué de fuchsine est incolore en liqueur alcaline ; il n'est précipité ni par les sels de mercure, d'alumine ou de baryte, ni par le sous-acétate de plomb ; l'eau oxygénée ne le détruit que très lentement ; enfin le borax ne le fait virer que lentement, et la couleur rose du liquide persiste assez longtemps.

(381) *Réactif de Peligot (de Schweitzer).*

On précipite par la potasse une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, on filtre et on dissout l'hydrate bleu obtenu ainsi dans 15 parties d'ammoniaque ; on filtre sur de l'amiante.

(382) *Analyse des tissus mixtes.*

1° On pèse quatre échantillons égaux de 2 grammes environ : le 1er est séché à l'étuve et pesé après reprise de l'humidité normale.

2° Les trois autres sont traités un quart d'heure par 200 cc. d'eau bouillante avec 3 pour 100 de HCl ; on fait bouillir en carbonate de soude à 1° Baumé ; on renouvelle au besoin ce traitement, et on lave à l'eau acidulée, puis à l'eau ; on dessèche le 2e échantillon et on le pèse après reprise : la différence avec le 1er donne la charge, la teinture et l'apprêt. Pour les soies chargées en noir, ajouter un peu d'acide oxalique au bain acide.

3° Les deux morceaux restants sont essorés au papier buvard et plongés 1 minute dans du chlorure de zinc bouillant (saturé avec de l'oxyde de zinc et concentré à 60° Baumé), puis lavés à l'eau aiguisée de HCl, puis à l'eau pure ; un des morceaux est séché et pesé après reprise, et donne, par différence avec le 2e, la *soie*.

4° Enfin le 4e morceau, essoré au papier, est bouilli un quart d'heure avec 100 cc. de soude caustique à 8° Baumé, le résidu lavé à l'eau, séché et pesé après reprise ; son poids, avec 5 pour 100 pour les pertes, donne la fibre végétale, et la différence avec le 3e poids donne la laine.

(383) *Papiers.*

Le *papier à la mécanique* encollé avec la résine renferme toujours une certaine quantité de fécule, qu'on décèle facilement au moyen d'une solution étendue d'iode, qui produit une coloration bleu d'indigo.

Pour l'examen microscopique, on fait macérer un peu de papier dans l'eau chaude, et on examine une parcelle de la bouillie : on discerne ainsi les éléments qui entrent dans ce papier.

Le *papier à la main*, encollé à la gélatine, donne à l'analyse une certaine quantité d'azote. Il en est de même pour les *papiers gris non collés* renfermant de la laine ou de la soie.

Recherche du papier de bois. — Dans un tube à essais on introduit environ 0gr,1 de naphtylamine, puis quelques gouttes d'acide sulfurique et de l'eau, et on chauffe ; dans ce liquide on laisse tomber une lanière du papier à examiner. S'il contient du bois, l'examen microscopique décèle des parties colorées et jaunes provenant du bois, tandis que la fibre blanchie des chiffons reste intacte.

Section XIV. — Lait.

(384) *Composition moyenne du lait de vache.*

Le lait de vache est éminemment variable dans sa composition, sui-

vant la race et l'âge de la vache, l'époque de la fécondation et du part, la nourriture; le lait du matin est plus abondant et moins riche en général que le lait du soir. Le tableau suivant résume ces variations.

Eau...........	82 à 88,5 %	Albumine........	0,3 à 0,6 %
Beurre.........	2,7 à 6,5	Lactose..........	4,5 à 6,5
Caséine........	3 à 5	Sels.............	0,6 à 0,8

Mais si le lait est mélangé, par exemple, qu'il représente le produit d'une ou de plusieurs étables, les différences individuelles s'effacent, et le lait ne s'écarte pas sensiblement de la composition suivante:

Extrait 134 grammes, Beurre 42 grammes.

Nous ferons seulement une exception pour les vaches de race hollandaise, qui donnent au moins :

Extrait 120 grammes, Beurre 32 grammes.

mais dont le rendement en quantité est par contre plus considérable.

Si l'on déduit le beurre de l'extrait, le reste varie entre 80 et 110 grammes par litre, en moyenne 90 à 95 grammes.

Le lait donne de 10 à 14 pour 100 de crème, renfermant de 20 à 70 pour 100 de beurre. Le lait bouilli s'écrème mal.

Les cendres du lait sont formées presque exclusivement de phosphates et de chlorures de potassium, calcium, sodium et magnésium, avec des traces de sulfates; la quantité de chlore varie de 0,8 à 1,4 gramme par litre de lait.

(385) *Essai au lactodensimètre* (Quevenne).

1° On verse du lait dans le crémomètre jusqu'à 1 centimètre environ du trait 0°, on y plonge le densimètre et on note le degré; ce degré, 29 par exemple, correspond à la densité 1,029, et ainsi de suite. On note ensuite la température et on fait la correction d'après la table **386**, l'instrument étant gradué à 15°.

2° On ajoute du lait jusqu'au trait 0°, et on laisse reposer 24 heures, la température étant voisine de 15°. On note l'épaisseur de la couche de crème. Chaque division indique 1 pour 100 de crème dans le lait. Il doit y en avoir de 10 à 14 pour 100.

3° On enlève la crème avec une petite cuiller hémisphérique, et on prend la densité et la température du lait écrémé. La table **386** donne la correction.

Le lait pur ne marque jamais moins de 30° ou 1,030 de densité. Cependant les laits très crémeux marquent quelquefois 26°.

Eau ajoutee.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.	Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.
0	33 à 29	36,5 à 32,5	3/10	23 à 20	26 à 23
1/10	29 à 26	32,5 à 29	4/10	20 à 17	23 à 19
2/10	26 à 23	29 à 26	5/10	17 à 14	19 à 16

(386) *Correction pour le lait.*

Degrés de l'instrument.	Lait non écrémé.				Lait écrémé.			
	Température				Température.			
	5°	10°	20°	25°	5°	10°	20°	25°
15	−0,9	−0,6	+0,8	+1,8				
20	1,1	0,7	0,9	1,9	−0,7	−0,5	+0,8	+1,7
22	1,2	0,7	1	2,1	0,7	0,5	0,8	1,7
24	1,2	0,7	1	2,1	0,9	0,6	0,8	1,7
26	1,3	0,8	1,1	2,2	1	0,7	0,8	1,8
28	1,4	0,9	1,2	2,4	1	0,7	0,9	1,9
30	1,6	1	1,2	2,5	1,1	0,7	0,9	1,9
32	1,7	1	1,3	2,7	1,1	0,7	1	2,1
34	1,9	1,1	1,3	2,8	1,2	0,8	1	2,2

Cette table indique le nombre de degrés à retrancher ou à ajouter à ceux lus sur l'instrument, suivant la température. Ainsi, un lait marquant 26° à 5° (D = 1,026), il faudra retrancher 1,3 ; le lait aura donc pour densité 1,0247, ou marquera 24.7, et on le considérera comme additionné de $^2/_{10}$ d'eau. L'indication fournie par le lait écrémé et par le crémomètre vérifiera ou contredira cette donnée.

(387) *Analyse du lait.*

Extrait. — Dans des capsules de platine de forme cylindrique et à fond plat, de 2 centimètres de haut et 7 centimètres de diamètre, on introduit 10 cc. de lait rendu homogène par l'agitation, et on évapore pendant 7 heures dans une étuve à air dont la température est maintenue à 95° par un régulateur, on laisse refroidir sous un exsiccateur et on pèse.

Cendres. — L'extrait étant pesé, la capsule est portée dans un moufle chauffé au petit rouge; après incinération complète on pèse le résidu.

Beurre et caséine. — On dilue 20 cc. de lait à 100 cc., on coagule par quelques gouttes d'acide acétique, on laisse déposer, puis on filtre sur un filtre taré, et on lave le précipité en réunissant les eaux de lavage au liquide filtré.

Le filtre est alors séché et son contenu traité par l'éther chaud dans un appareil à déplacement : par exemple celui de Gerber[1], que l'on relie à un réfrigérant ascendant pour condenser les vapeurs d'éther. On évapore l'éther, on dessèche, et on pèse le beurre restant. Le filtre et son contenu sont séchés à 100° et pesés; on incinère ensuite le tout

1. Voir la note de la table 292.

et on obtient le poids des sels insolubles ; la différence entre ce poids et celui du filtre plein et vide donne la caséine.

Lactose. — Le liquide filtré provenant du dosage précédent est soumis à l'ébullition pour coaguler l'albumine ; on filtre, on lave l'albumine, qui est séchée et pesée, et on complète 200 cc. de liquide, dans lequel on dose le sucre de lait par la liqueur de Fehling (table 333).

On peut aussi employer la liqueur cupropotassique de Poggiale, qui se compose de :

Sulfate de cuivre....	10 gr.	Potasse caustique...	30 gr.
Crème de tartre.....	10	Eau distillée........	200

20 cc. de cette liqueur correspondent à $0^{gr},20$ de lactose.

(388) *Essai au lactobutyromètre.*

On verse du lait jusqu'au premier trait et on ajoute 3 gouttes d'une solution de 1 p. de potasse dans 2 p. d'eau ; on agite, on verse jusqu'au 2e trait de l'éther absolu, on agite et on verse jusqu'au 3e de l'alcool à 86°, on bouche bien et on agite. On chauffe à 43° et on lit après 10 minutes, et de bas en haut, le volume occupé par la couche de beurre ; $1^0 = 2^{gr},33$ de beurre par litre, quantité à laquelle il faut ajouter $12^{gr},6$, correspondant au beurre dissous par l'alcool éthéré.

On peut aussi préparer d'avance un mélange de : alcool à 90°, 500 cc. ; éther lavé à 66°, 500 cc. ; ammoniaque pure de densité 0,92, 5 cc. Dans le lactobutyromètre on introduit 10 cc. de lait, puis 20 cc. de mélange d'alcool et d'éther ; on bouche, on mélange, on chauffe 20 minutes à 43°, on laisse refroidir à 20° et on lit la hauteur de la couche butyreuse.

On ramène au poids par kilogramme de lait en divisant par la densité observée au lactodensimètre.

Si l'on emploie le mélange ammoniacal dont nous avons donné la formule, il faut retrancher $3^{gr},50$ des chiffres du tableau.

Les indications de M. Marchand se rapportent au poids de beurre par kilogramme de lait ; mais, d'après M. Jungfleisch, elles se rapporteraient en réalité au litre, et il y aurait lieu de tenir compte de cette correction.

On peut ramener au poids par kilogramme le poids par litre d'une manière suffisamment approchée, en retranchant 1 gramme au poids en grammes par litre ; et, si l'on prend la liqueur ammoniacale, en retranchant $4^{gr},50$ des chiffres du tableau on a le beurre en grammes par kilogramme.

(389) *Dosage de la lactose au polarimètre.*

On dilue à 1 litre 100 cc. de sous-acétate de plomb officinal, en ajoutant quelques gouttes d'acide acétique jusqu'à disparition du trouble laiteux. A 20 cc. de lait on ajoute 20 cc. de solution plom-

bique ; on agite, après un moment on filtre et on examine au tube de 20 centimètres.

Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.
1°	19,04	2°	38,07	3°	57,11
8′	21,58	8′	40,61	8′	59,66
16′	24,12	16′	43,13	16′	62,20
24′	26,65	24′	45,67	24′	64,74
32′	29,20	32′	48,21	32′	67,28
40′	31,74	40′	50,75	40′	69,82
48′	34,26	48′	53,29	48′	72,36
56′	36,80	56′	55,83	56′	74,90

2′ = 0,635 de lactose.

Si l'on emploie la division saccharimétrique, 1 degré du saccharimètre correspond à 2gr,074 de lactose par litre, et si on dédouble le lait au moyen de la solution plombique, à 4gr,15 de lactose par litre. Le tableau suivant dispense du calcul.

Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.
5	20,75	10	41,50	15	62,25	0,2	0,83
6	24,90	11	45,65	16	66,40	0,4	1,66
7	29,05	12	49,80	17	70,55	0,6	2,49
8	33,20	13	53,95	18	74,70	0,8	3,32
9	37,35	14	58,10	19	78,85		

(290) *Falsifications.*

Il est utile d'examiner au microscope une gouttelette des laits à analyser.

On reconnaît ainsi les fécules, la matière cérébrale, et même, avec un peu d'habitude, les émulsions huileuses et l'addition de lait bouilli.

Dans le sérum ou petit lait on retrouve les sucres étrangers, les gommes et dextrines, la gélatine, le blanc ou le jaune d'œuf, enfin les matières colorantes, que l'on retrouve comme pour le beurre après avoir évaporé le sérum dans le vide.

L'addition de colostrum se reconnaît à ce que le lait se coagule par l'ébullition.

Pour vérifier l'addition des pulpes cérébrales, on sépare la crème du lait et on l'épuise par l'éther. Le résidu d'évaporation de l'éther est traité par la potasse pure et la masse est séchée et calcinée jusqu'à fusion. On reprend par l'acide nitrique étendu, et par le molybdate d'ammoniaque. On recherche l'acide phosphorique provenant de la lécithine, dont le lait ne renferme que des quantités très faibles.

Le bicarbonate de sodium en excès se reconnaît à l'alcalinité des cendres: les cendres du lait sont alcalines (phosphates), mais ne font pas effervescence par les acides.

Le borax se décèle, comme d'habitude, par la coloration de la flamme de l'alcool, ajouté aux cendres avec de l'acide sulfurique.

On recherche l'acide salicylique dans le petit lait, en l'agitant avec de l'acide sulfurique dilué et de l'éther, puis essayant par le perchlorure de fer.

Les falsifications du lait les plus fréquentes sont le mouillage, et l'écrémage, que l'on pratique surtout en mélangeant la traite du soir, écrémée et bouillie, avec le lait du matin, et la plupart du temps avec une certaine proportion d'eau.

Le Conseil d'Hygiène de la Seine, consulté sur la question, a émis l'avis de considérer comme mouillé tout lait qui renfermerait par litre moins de 115 grammes d'extrait avec 27 grammes de beurre et 45 grammes de lactose au moins; et comme écrémé tout lait qui renfermerait moins de 27 grammes de beurre. Le mouillage se calculerait d'après la règle de trois, en se basant sur ce que le lait renferme, en nombres ronds, le chiffre moyen de 130 grammes d'extrait, dont 40 grammes de beurre et 50 grammes de lactose.

(391) *Méthode d'analyse de M. Adam.*

M. Adam se sert d'un tube particulier, renflé à une extrémité en une boule de 40 cc. et effilé à la partie inférieure que termine un robinet.

On prépare un mélange de 833 cc. d'alcool à 90° pour 100 et 30 cc. d'ammoniaque de densité 0,925; on complète 1 litre avec de l'eau et on ajoute 1100 cc. d'éther lavé à l'eau.

Dans le tube à robinet on verse 10 cc. de lait et 22 cc. de liquide éthéré; on mélange avec soin jusqu'à ce que le liquide soit homogène, on suspend verticalement et on laisse reposer 5 à 10 minutes. On soutire alors, à 1 cc. près, la couche inférieure, dans une éprouvette jaugée de 100 cc., on roule l'appareil sur son axe, et on laisse encore reposer quelques minutes. On soutire exactement la couche inférieure dans l'éprouvette, enfin on lave l'appareil avec 20 cc. d'eau qu'on joint au lait; l'éther est versé dans une capsule en porcelaine; on lave l'appareil à l'éther, tout l'éther est réuni et évaporé; le résidu est repris par de nouvel éther qu'on évapore dans une capsule tarée dont l'augmentation de poids donne le beurre. Le

résidu de la première capsule est repris par un peu d'eau qu'on réunit au contenu de l'éprouvette; on ajoute 2 cc. d'une solution aqueuse de 15 cc. d'acide acétique cristallisable dilué à 100 cc.; on complète 100 cc. et on agite. On laisse reposer 5 minutes à 40° environ, on décante la caséine sur un filtre taré, et on récolte au sortir du filtre 80 à 90 cc. de liquide clair, dans lequel on dose la lactose par la liqueur de Fehling. Le filtre est ensuite lavé à l'eau distillée, essoré sur du papier buvard en aplatissant la matière. On sèche le tout à 100° et on pèse.

D'un autre côté, on détermine l'extrait et les cendres sur 10 cc. On opère de même avec du lait de femme, mais on n'emploie, au lieu d'ammoniaque, qu'une goutte de soude à 36° diluée de son volume d'eau distillée; et pour précipiter la caséine, on ajoute seulement 2 gouttes d'acide acétique, en laissant reposer à une douce chaleur jusqu'à ce que le liquide soit bien éclairci.

Section XV. — Urine.

(392) *Essai des urines.*

Réaction de l'urine. — On la cherche au papier de tournesol. Si elle est alcaline, on en approche le bouchon en verre du flacon d'acide nitrique, qui développe des fumées avec l'urine ammoniacale.

Densité. — On la détermine au moyen d'un densimètre allant de 1,000 à 1,050, sur le mélange des urines recueillies pendant toute la durée du temps considéré : en général 24 heures. On note cette quantité au décilitre près. La correction due à la température est de 0,15 par degré au-dessus ou au-dessous de 15°, additive si la température est supérieure à 15°, soustractive si elle est inférieure.

Les deux derniers chiffres entiers du nombre exprimant le poids du litre en grammes, multipliés par 2, ou plus exactement 2,2, donnent le poids des matières solides en grammes par litre d'urine.

Recherche de l'albumine. — On coagule l'urine par la chaleur, avec quelques gouttes d'acide acétique ou par l'acide nitrique pur à froid. Les deux réactions doivent être faites pour caractériser l'albumine. On peut y ajouter la précipitation par le ferrocyanure de potassium en présence d'acide acétique.

Recherche du sucre. — L'urine est chauffée à l'ébullition avec de la potasse ou bien avec de la chaux éteinte (10 pour 100); la liqueur devient plus ou moins brune suivant la quantité de sucre.

Par la liqueur cupropotassique, en chauffant d'abord le réactif et ajoutant ensuite l'urine, il se fait le précipité rouge bien connu.

Par la liqueur de Lœwe : faire dissoudre 15 grammes de sous-nitrate de bismuth dans un mélange chauffé à 100° de 30 grammes glycérine, 70 cc. lessive de soude d'une densité de 1,34 et 150 cc. eau, et filtrer. On l'emploie comme la liqueur de Fehling.

Un précipité noir pur indique seul le glucose ; c'est alors une réaction caractéristique et sûre. Un dépôt gris ou brun ne doit pas être considéré comme indiquant la présence du sucre.

Dosage du sucre par le polarimètre ou la liqueur de Fehling (voy. tables **332** **333** et **336**).

En retranchant du poids des matières solides contenues dans les urines de 24 heures 40 grammes au début du diabète et 50 grammes quand le traitement est commencé et qu'il se produit une plus grande quantité d'urée : le reste représente sensiblement le glucose excrété.

Dosage de l'urée par le procédé Yvon. — Formule de la liqueur . lessive de soude 35 cc., eau distillée 125 cc.; ajouter brome 5 cc. 1 cc. d'azote = $2^{mg},94$ d'urée, le gaz étant réduit à 0^0 et 760^{mm}, sec ; $0^g,1$ d'urée = 34 cc. d'azote.

Si l'on ajoute à 1 cc. d'urine 2 cc. d'une solution à 30 pour 100 de glucose ou de sucre, par exemple en lavant le haut du tube, 1 décigramme d'urée donne le chiffre théorique de $37^{cc},3$, soit 1 cc. d'azote sec, ramené à 0^0 et 760^{mm} = $2^{mg},68$ d'urée.

Si l'on introduit dans l'appareil 1 cc. d'urine pure, la table suivante donne la teneur en grammes d'urée par litre, l'azote étant ramené à 0^0 et 760^{mm} sec (table **66**).

Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.	Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.
1	2,94	2,68	6	17,65	16,08
2	5,88	5,36	7	20,59	18,77
3	8,82	8,04	8	23,53	21,45
4	11,76	10,72	9	26,47	24,13
5	14,70	13,40	10	29,41	26,81

Recherche de la bile. — Par l'acide nitrique rouge et fumant, successivement colorations rouge, violette, puis verte.

On plonge dans 50 cc. d'urine bouillante, additionnée de 2 cc. de solution de sulfate d'aluminium à 5 grammes par litre, un peu de soie blanche qui se teint en jaune. Il suffit ensuite de la laver à l'eau : la série des échantillons colorés plus ou moins donne une idée de la marche de la maladie.

(**393**) *Examen des sédiments et des calculs.*

Il doit être précédé d'un examen microscopique, qui ne pourrait rentrer dans le cadre de cet ouvrage. On recueille les sédiments en décantant presque en entier après le repos l'urine claire et en se servant du dépôt avec le peu de liquide surnageant. Si les sédiments ne sont pas organisés, on chauffe un peu de liquide avec le dépôt. Les urates se dissolvent. Les cristaux non dissous sont de l'oxalate de calcium,

d'aspect caractéristique (en enveloppe de lettres), insoluble dans l'acide acétique, ou des phosphates de calcium ou de magnésium ammoniacal. Ce dernier a une forme caractéristique (cercueils) ; l'autre est amorphe ; les deux se dissolvent dans l'acide acétique. Enfin on pourrait avoir affaire à du carbonate de calcium ou de magnésium globulaire, solubles dans les acides avec effervescence, ou à de la graisse soluble dans l'éther.

Les calculs sont examinés de la même manière. On les réduit en poudre, on en calcine un fragment pour voir s'il contient de la matière organique ou s'il laisse un résidu fixe, et dans ce cas on en fait l'analyse comme d'habitude par les méthodes de l'analyse minérale Dans le cas d'urates, on cherche d'abord l'ammoniaque par ébullition avec la potasse étendue, ensuite on les incinère et on examine le résidu. Il faut aussi rechercher l'acide oxalique dans les calculs. La cystine est caractérisée par ses cristaux hexagonaux.

Les différentes couches des calculs sont examinés séparément.

Section XVI. — Photographie.

Pour les densités des solutions, voy. les tables **80, 90, 99, 108** à **113, 122, 123, 124**.

Pour les solubilités, la table **219**.

(394) *Quantités correspondantes de divers composés d'argent employés en photographie.*

Argent.	Nitrate.	Chlorure.	Bromure.	Iodure.
1	1,574	1,328	1,741	2,176
0,6353	1	0,844	1,106	1,382
0,7523	1,184	1	1,310	1,638
0,5744	0,904	0,763	1	1,250
0.4595	0,723	0,610	0,800	1

(395) *Quantités correspondantes de divers sels d'or employés en photographie.*

Or.	Chlorure neutre.	Chlorure d'or et de potassium.	Chlorure d'or et de sodium.
1	1,542	2,1048	2.0229
0,6485	1	1,3645	1,3119
0.4751	0,7326	1	0,9611
0,4943	0,7623	1,0405	1

(396) Calcul des temps de pose.

On obtient le temps de pose en multipliant quatre coefficients, dont deux peuvent se calculer à l'avance, et qui sont relatifs à la *plaque sensible*, à l'*objectif*, au *sujet* et à l'*éclairement*.

α. Le *coefficient de pose d'une plaque*, c'est-à-dire l'inverse de sa sensibilité, varie, pour les préparations actuelles de gélatino-bromure, de 0,01 à 0,05; il est de 1 environ pour le collodion humide. Connaissant celui d'une plaque donnée, on peut déterminer celui d'une autre plaque en exposant chacune d'elles à la lumière d'une bougie distante de 1 mètre, par bandes qui recevront l'action lumineuse pendant 1, 2, 3... secondes. On découvrira pour cela progressivement la plaque par bandes de 1 centimètre environ, en se guidant sur les oscillations d'un grossier pendule de 1 mèt. de long. Révélant ensuite à fond, l'on comparera les deux clichés, et l'on constatera, par exemple, que la bande de la première plaque, exposée 5 secondes, présente la même teinte que la bande de la deuxième exposée 2 secondes. Le rapport des sensibilités est donc 2/5, et si le coefficient de pose de la première plaque est 0,05, celui de la seconde sera 0,02.

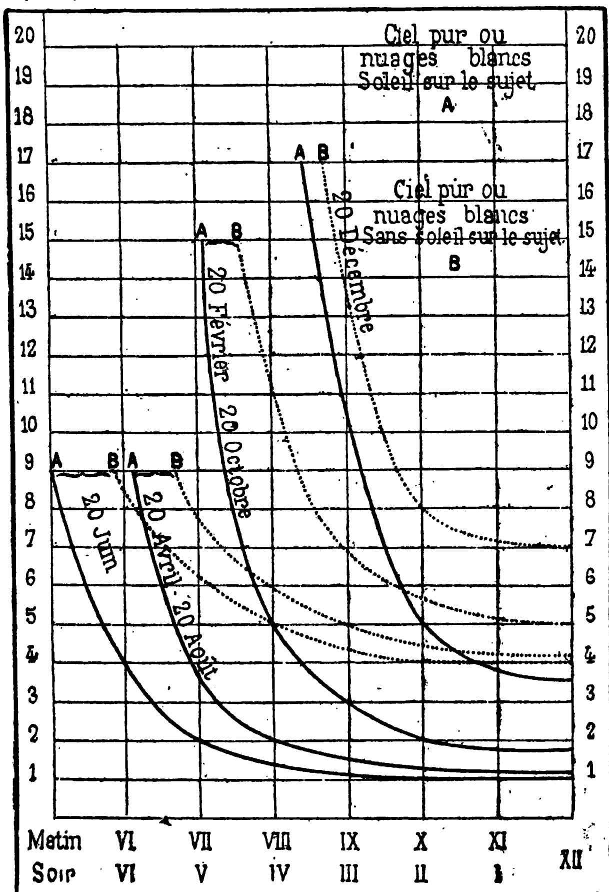
Si l'on a noté soigneusement les conditions dans lesquelles on a obtenu une bonne épreuve avec un temps de pose connu, on pourra déterminer directement α à l'aide de la formule qu'on trouve plus bas.

β. Le *coefficient de pose d'un objectif* est l'inverse de sa clarté. On peut supposer qu'il est indépendant de la distance de l'objet reproduit, pourvu que cette distance soit plus grande que 12 fois la longueur focale principale *f* (hauteur d'un homme au plus 15 centimètres). Il est alors donné par la formule $\beta = \frac{1}{100} \frac{f^2}{d^2}$, *d* étant le diamètre du diaphragme mesuré avec la même unité que *f*. D'après cette formule, $\beta = 1$ pour un objectif diaphragmé au dixième (ce qu'on note généralement *f*/10). Pour les courtes distances, il faudra multiplier β, obtenu comme précédemment, par 1,5 si l'objet est reproduit au quart, par 1,75 s'il est réduit au tiers, par 2,2 s'il est réduit à la moitié, enfin par 4 s'il est reproduit en grandeur naturelle.

γ. Le *coefficient de pose relatif à l'éclairement* varie avec la hauteur du soleil (c'est-à-dire avec la date et l'heure), avec la présence de nuages, de brouillard, etc. Les courbes du tableau 397 donnent pour γ soit la valeur A qui s'emploie lorsque, le ciel étant pur ou avec nuages blancs, le soleil frappe directement le sujet à reproduire, soit la valeur B qui sert lorsque le ciel est semblable, mais que le sujet n'est pas au soleil. Le temps est-il gris et couvert, il faut naturellement augmenter la pose; on prendra par exemple $\gamma = A + B$ et le double de ce nombre si le ciel est très sombre.

δ. Les principaux *coefficients de pose relatifs au sujet* se trouvent dans la table 398. On remarquera que les six dernières lignes se rapportent à des cas où l'on n'a pas à employer le coefficient γ A; ces nombres sont forcément très approximatifs.

(397) *Coefficients de pose relatifs à l'éclairement (à Paris).*



La *détermination du temps de pose en secondes* T est main-

tenant très facile : elle se réduit à la résolution de l'équation $T = \alpha \times \beta \times \gamma \times \delta$.

$\alpha \times \beta$ peut être écrit à l'avance, γ et δ se trouvent dans les tableaux 397 et 398.

Pour l'essai de la sensibilité des plaques et la détermination de α, les autres coefficients et T étant connus, on a $\alpha = \frac{T}{\beta \times \gamma \times \delta}$.

(398) *Coefficients de pose relatifs au sujet.*

Nuages	$\delta = 0,25$
Neige. Mer	0,5
Vue panoramique sans verdures	1
— avec verdures claires	1,5
Mer avec bateaux, glaciers avec rochers	1,5
Panorama avec verdures sombres éloignées	2
Vue à premiers plans avec monuments blancs	2
Vue à premiers plans de verdure	3
Vue à premiers plans avec monuments sombres	3
Détails d'architecture pierre blanche	4
Traits noirs sur blanc	4
Sujets animés. Nature morte	4 à 5
Détails de verdures rapprochées	6
Reproductions de photographies	7
Bords de rivière ombragés	10
Dessous de bois, couvert très léger et bien éclairé	10
Détails d'architecture, pierre sombre	10
Dessous de bois, couvert léger peu éclairé	20
— couvert épais	30
— avec premier plan foncé	75
Groupes et portraits *à l'ombre*	5
— sous un abri ou près d'une fenêtre	10
— à l'atelier	16
— dans une pièce claire	80 env.
Intérieur bien éclairé	50 env.
— sombre	150 env.

(399) *Instantanés.*

On adoptera les plaques les plus sensibles et les objectifs les plus ouverts (*f*/14, *f*/10, *f*/7), ce qui correspond à $\beta = 2, 1, 0,5$.

L'obturateur devra donner au moins trois différentes vitesses : par exemple, $0^{sec},1$ à 0,02 et à $0^{sec},01$. Si l'on adopte *f*/14, c'est-à-dire $\beta = 2$, le temps de pose correspondant aux glaces ayant un coefficient $\alpha = 0,02$ sera de $0^{sec},16$ pour les sujets animés au grand soleil ; le moins rapide des obturateurs donnera donc des épreuves insuffisamment exposées. Or la vitesse d'obturation $0^{s},1$ ne permet de repro-

duire à une échelle un peu grande que des personnages ou des animaux, des bateaux et des voitures, au repos (mais non immobiles). Si donc on veut photographier nettement des sujets en mouvement, on devra se contenter d'une échelle réduite (hauteur d'homme de 1 à 3 centimètres), et encore s'attendre à perdre des détails dans les ombres.

En supposant que l'on opère avec des plaques suffisamment rapides, $\varkappa = 0{,}02$, et un objectif $f/7$ pour lequel $\beta = 0{,}5$, on aura pour la vitesse 0,1 la relation $0{,}1 = 0{,}01 \times \gamma\delta$; d'où $\gamma\delta = 10$, c'est-à-dire que si l'on opère en plein soleil d'été, on pourra reproduire dans de bonnes conditions jusqu'à des verdures et des dessous de bois très éclairés; à l'ombre ($\gamma = 4$), on pourra faire des vues de monuments blancs ($\delta = 2$) ou sombres ($\delta = 3$), ou même des groupes ($\delta = 4$); mais alors il commencera à y avoir perte de détails dans les noirs. Le même obturateur fonctionnant avec un objectif $f/10$ donnera un produit $\gamma\delta = 5$. Si l'on opère avec l'obturateur $T = 0{,}02$ et l'objectif au septième, il faudra que $\gamma\delta = 2$, c'est-à-dire que, au plein soleil d'été, on pourra faire des marines, des glaciers ou des vues avec monuments blancs et à la rigueur avec monuments sombres. Mais les sujets animés seront décidément sous-exposés. L'obturateur $T = 0{,}01$ ne donnera avec de bonnes conditions d'éclairage que les panoramas et les marines et ne permettra généralement pas de faire les sujets animés au soleil. Avec l'obturateur $T = 0{,}05$ et le diaphragme $f/14$ on obtiendra le même résultat.

On fait cependant beaucoup d'instantanés avec des objectifs $f/10$ et des temps de pose de 0,05 ($0{,}05 = 0{,}02\ \gamma\delta$, d'où $\gamma\delta = 2{,}5$, ou $\delta = 2{,}5$ au soleil). Cela suppose, pour les sujets animés, une pose deux fois trop courte. A l'aide de révélateurs énergiques (concentrés et très alcalins) on arrive encore dans ce cas à produire des épreuves passables.

(400) *Classification des instantanés.*

Voici une liste de quelques sujets instantanés, avec la pose qu'ils demandent pour que l'image soit suffisamment nette, c'est-à-dire qu'elle ne se soit pas déplacée de plus d'un 1/10 de millimètre pendant la pose, la distance du sujet étant D, la distance focale F et la hauteur de l'image d'un homme H.

$0^{sec},1$	Personnages, enfants, animaux au repos.	D = 20 F.	H. = 7^{cent}
$0^{sec},05$	Foules et troupeaux au repos ou se déplaçant à peine. Marines, bateaux au repos, mer calme.	— 100 F.	— $1^{c},7$
$0^{sec},03$	Personnages ou animaux en marche modérée, oblique.	— 70 F.	— $2^{c},4$
—	en travers	— 150 F.	— $1^{c},1$
$0^{sec},03$	Personnages en marche rapide ou course oblique . .	— 170 F.	— 1^{c}
—	en travers.	— 300 F.	— $0^{c}.5$

	Bateaux en marche modérée en travers	— 200 F.	— $0^{c},8$
$0^{sec},02$	Grosses vagues	— 100 F.	— $1^{c},7$
	Bateaux rapides, marche transversale	— 250 F.	— $0^{c},7$
$0^{sec},01$	Panorama pris d'un train en marche.	— 100 F.	— $1^{c},7$
	Hommes, chevaux au pas, direction oblique.	— 50 F.	— $3^{c},5$
	— transversale.	— 80 F.	— 2^{c}
	Hommes au pas de charge, chevaux au trot, direction oblique.	— 100 F.	— $1^{c},7$
	— direction transversale.	— 170 F.	— 1^{c}
	Chevaux au galop, point mort. . . .	— 200 F.	— $0^{c},8$
	Vélocipédistes, vitesse modérée. . .	— 150 F.	— $1^{c},1$
	Patineurs	— 250 F.	— $0^{c},7$

(401) *Traitement des résidus d'argent.*

I. Vieux papiers, filtres, éponges.

On les incinère et on fond au rouge vif 100 parties de la cendre blanche avec 50 parties de carbonate de sodium desséché et 25 parties de sable quartzeux (grès).

II. Liqueurs ne contenant ni hyposulfite ni cyanure.

On les recueille dans un tonneau et on les précipite par une lame de cuivre jusqu'à ce que la liqueur ne se trouble plus par l'acide chlorhydrique. On dessèche soigneusement le dépôt et on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 25 parties de nitre. On peut aussi précipiter l'argent à l'état de chlorure par l'acide chlorhydrique ou le sel marin ; bien laver le dépôt et traiter comme il est dit au n° IV.

III. Liqueurs contenant de l'hyposulfite ou du cyanure.

On les recueille dans un tonneau à l'air libre et on les précipite par le sulfure de potassium (*foie de soufre*). Il importe de ne pas en mettre un excès, on s'arrêtera donc quand une portion de la liqueur bien remuée ne précipitera plus par quelques gouttes de réactif. Au bout de quelques jours on décante, on recueille le dépôt de sulfure impur et mêlé de soufre, on le sèche et on chasse le soufre par le nitre de l'une des façons suivantes :

On grille le dépôt à l'air au rouge sombre, dans une terrine plate, en remuant constamment, on laisse refroidir, on mêle le résidu à la main avec du nitre (poids égaux) et on projette le mélange par petites portions dans un creuset rouge ; on finit par un fort coup de feu pour agglomérer le métal. On peut négliger le grillage et mêler avec précaution et à la main le sulfure sec avec 3 fois son poids de nitre ; on projette le mélange par très petites portions dans le creuset.

On peut encore précipiter directement l'argent des liqueurs renfer-

mant de l'hyposulfite à l'aide d'une lame de cuivre qu'on doit laisser plusieurs jours, en en grattant plusieurs fois la surface. L'argent déposé se sulfure en partie; on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 50 parties de nitre.

IV. Chlorure d'argent.

On le sèche et on en fond 100 parties avec 70 parties de craie et 4 parties de charbon, au rouge vif, pendant 1 heure.

Section XVII. — Couleurs[1].

(402) *Tableau indiquant le point d'ébullition des benzines, nitrobenzines et anilines qui y correspondent, ainsi que leurs densités et les couleurs obtenues.*

Points d'ébullition des benzines.	Points d'ébullition les nitrobenzines.	Poids spécifiques des nitrobenzines à +16° C.	Points d'ébullition des anilines.	Poids spécifiques des anilines à +16° C.	Nuances des couleurs sur étoffes — Oxydation par acide arsénique.
82 à 83	205 à 210	1,1591	182 à 184	1,0205	Violet-ardoise (violaniline)
80 85	205 210	1,1617	180 185	1,0199	»
85 90	210 215	1,1577	185 190	1,0181	Rouge-violet (mauvaniline et rosaniline).
90 95	210 215	1,1445	185 190	1,0139	»
95 100	215 220	1,1425	190 195	1,0109	Rouge-fuchsine.
100 105	220 225	1,1365	195 200	1,000	Rosaniline.
105 110	220 225	1,1319	195 200	1,0018	»
110 115	225 230	1,1235	200 205	1,0009	Rouge-jaune (chrysotoluidine et rosaniline).
115 120	225 230	1,1187	200 205	0,9975	»

100 litres benzol distillant au-dessous de 80° et passant jusqu'à 150° donnent à l'appareil à colonne.

62 à	80°,	6 litres	impurs.
80	82	44 —	purs. — Benzine.
82	110	6 —	impurs.
110	112	17 —	purs. — Toluène.
112	137	5 —	impurs.
137	140	9 —	purs. — Xylène.
140	148	5 —	impurs.
148	150	8 à 9 litres.	— Cumène.

1. *Abréviations* employées dans la table **403** : Voyez tables **164** et **184**. les abréviations employées, et de plus : vé., vénéneux; p. vé., peu vénéneux; in., inoffensif. Le signe + signifie : par l'addition du corps dont la formule suit.

(403) *Matières colorantes végétales.*

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
COULEURS BLEUES.						
Carmin d'indigo.	Bleue.	Color. plus claire.	Vert; par chal. bleu clair.	Rien.	Col. plus claire; chal. bleu clair.	Décoloration.
Bleu d'orseille.	Violet-bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Bleu décol.
COULEURS ROUGES.						
Cochenille.	Rouge-jaunâtre.	Orange.	Violet.	+ AzH^3 cramoisi.	Cramoisi bleuâtre.	Décol. pr. blanc.
Cochenille ammoniacale.	Rouge-violacé.	Rouge clair; av. exc. orange.	Rien.	R. cramoisi.	Cramoisi.	Décol.
Bois rouge (ext.)	Jaune.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge.	Rouge-jaune.
Extrait d'orseille.	Jaune.	Décol.	Rouge-jaune.	Décol. p. à p.; chal. compl.	Décol. surtout chal.	Décol. immédiatement.
Rouge d'orseille	Violet-rouge.	Rouge pr. rouge	Violet.	Rouge pr. rouge	Violet	Pl. clair; déc.
Pourpre d'orseille.	Sol. d. ac. oxalique rouge.	Plus clair.	Violet chal.	Rien.	Violet-rouge pr. violet.	Décol.
Carmin de carthame.	En suspens. ou s. alco. rouge.	Jaune pr. brun rouge.	Sol. couleur jaune.	Rien.	Orange pr. orange.	Décol.
Garance.	Rougeâtre.	Vire au jaune.	Rouge-cramoisi foncé.	Pr. brun-rougeât., liq. reste rouge-jaunât.	Rien.	Décol. lent.

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
COULEURS JAUNES.						
Extrait de quercitron.	Jaune.	Pr. brun-jaune clair.	Devient plus clair.	Pr. jaune pâle.	Devient plus clair.	Déc.; pr. jaune clair.
Extrait de bois jaune.	Jaune.	Clair, pr. jaune.	Jaune-orange.	+ Na^2CO^3 pr. jaune clair.	Jaune-orange.	Brun-jaune déc. pr. brun-jaune.
Bois de fustet.	Jaune-orange.	Devient plus jaune.	Rouge-jaunâtre.	+ Na^2CO^3 pr. orange.	Jaune-rougeâtre.	Pr. brun; décol. à chaud.
Ex. de graines d'Avignon.	Jaune-brunâtre.	Pr. jaune brun.	Jaune-rouge.	+ Na^2CO^3 jaune orange brun.	Jaune-rouge.	Jaune-rouge foncé déc. pr. blanc
Extrait de campêche.	Brun-rouge.	Rouge pr. rouge.	Violet-rouge sale; pr. id.	Pr. viol. sale	Pr. violet rouge sale.	Pr. br.-rouge chal. foncé.
Extrait de Berberis.	Jaune.	Rien.	Orange pr. jaune-brunât.	+ Na^2CO^3 pr. jaune.	Orange, pr. jaune.	Pr. jaune clair décol.
Cachou.	Jaune.	Par repos pr. jaune pâle.	Rouge-jaune puis rouge br.	Rien.	Orange.	Brun-décol. pr. brun jaune.
Extrait de châtaignier.	Brune.	Pr. brun clair.	Brun-rouge puis rouge.	Pr. jaune clair sale.	Rien.	Brun foncé, puis jaune, puis déc.
Tannin.	Jaune faible.	Rien.	Plus foncé.	Rien.	Col. rougeât.	Vert-bleu décol.
Gaude.	Jaune-verdât.	Fonce nuance.	Vire jaune d'or	Rien.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dissol. al. rouge-brun.	Rouge cramoisi.	Rouge brun.	Rien.	Rien.	Rien.
Rocou.	Sol alcaline rouge-orangé.	Pr. orange; liq[r] jaune pâle.	Rien.	Pr. orange.	Rien.	Décol. lentement.

(404) *Matières colorantes minérales.*

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS ROUGES.			
Minium (vé).	Protoxyde et peroxyde de plomb	Dégage chlore pr. blanc.	Pr. oxyde puce avec sucre se dissout.	Rien.	Col. jaune après refroidissement.	
Cinabre (p. vé.) vermillon.	Sulfure de mercure.	Rien.	Insol.	Rien.	Se volatilise; dégage ac. sulfureux.	av. alc. merc.
Rouge anglais (in.).	Peroxyde de fer.	Sol. lentement.	Sol. plus rapidement.	Rien.	Col. brun-rouge.	
Rouge de chrome (vé.).	Chromate de plomb basique.	Sol. verte, pr. blanc, sol. à ch.	Devient jaune.	Rien.	Fond col. brun-rouge avec charbon plomb.	
			COULEURS BLANCHES.			
Blanc de plomb (vé.) céruse.	Carbonate et oxyde de plomb hydraté.	Pr. blanc dégagé ac. carbonique.	Dissout complétement.	Rien.	Col. jaune; avec charbon, plomb.	
Blanc de zinc (p. vé.).	Oxyde de zinc.	Sol.	Sol.	Sol.	Col. jaune devenant blanc à froid.	
Spath pesant (in.).	Sulfate de baryum.	Rien.	Rien.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Gypse (in.).	Sulfate de calcium.	P. sol.	P. sol.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Craie (in.).	Carbonate de calcium.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Rien.	Chaux.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS VIOLETTES.			
Outremer violet (in.).	»	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Col. bleue.	»
			COULEURS BRUNES ET NOIRES.			
Brun de manganèse (in.).	Peroxyde de manganèse hydraté.	Dégage chlore.	Sol. rose.	Rien.	Col. noire.	
Noir d'os (in.).	Charbon d'os.	Dissout phosphate de calcium.	Dissout phosphate de calcium.	Rien.	Cendres blanch. de phosphate de calcium.	
Graphite (in.).	Carbone.	Rien.	Rien.	Rien.	Peu altér. brûle difficilement.	
			COULEURS BLEUES.			
Outremer (in.).	Sulfure de sodium et silicate d'aluminium.	Décoloration. Production de H^2S.	Rien.	Rien.	Décol. en partie.	Essai de richesse avec oxyde de zinc.
Smalt (vé.).	Masse vitreuse colorée par protoxyde de cobalt.	Sol. jaune vert.	Rien.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Bleu Thenard (in.).	Protoxyde de cobalt et alumine.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	
Bleu de Paris. Bleu de Prusse. (in.).	Ferrocyanure ferrique.	Col. vert. puis sol. jaune. L'eau ramène la couleur.	Déc. à chaud.	Décoloration dans sol. potasse.	Résidu oxyde de fer.	Sol. acide oxalique.
Bleu de montagne (vé.).	Carb. de cuivre basique hydraté.	Sol. vert. jaune ; effervescence.	Sol.	Sol. bleu céleste.	Col. flamme verte ; résidu noir.	Noir à l'ébul. avec solution potasse.
COULEURS JAUNES.						
Jaune de Naples (vé.).	Antimoniate de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Rien.	Rien.	Vap. blanches ; avec charbon culot cassant plomb et antimoine.	
Jaune de Cassel (vé.).	Oxychlorure de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Pr. chlorure de plomb.	Soluble dans potasse.	Vap. blanches avec charbon plomb.	
Orpiment. (vé).	Sulfure d'arsenic.	Rien.	Rien.	Sol. en partie.	Vap. blanches, pas de résidu avec charbon odeur d'ail.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Jaune de chrome. Orang. de chrome. (vé.)	Chromate neutre de plomb.	Sol. verte pr. blanc couleur reparaît par l'eau.	Décolore.	Jaune orange.	Fond couleur brune rouge; avec charbon plomb.	
Ocrejaune (in.)	Argile et oxyde de fer.	Sol. jaune. pr. blanc.	Sol. jaune pr. blanc.	Rien.	Col. rouge-brun.	
Jaune d'outremer (vé.).	Chromate de baryum.	Sol. pr. par SO^4H^2.	Dissol.	Rien.	Peu altéré; col. vert flamme réductrice.	
Massicot (vé.).	Oxyde de plomb	Pr. blanc.	Dissol.	Rien.	Avec charbon culot de plomb.	
COULEURS VERTES.						
Outremer vert (in.).	Analogue à l'outremer bleu.	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Au rouge blanc col. rouge brun.	
Vert de Guignet (in.).	Oxyde de chrome hydraté.	Sol. verte par ébullition prolongée	Rien.	Rien.	Devient noir.	
Vert de Rinmann (p.v.).	Protoxyde de cobalt et oxyde de zinc.	Rien.	Sol. verte.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Vert de Brême. Vert de Brunswick. Vert de montagne (vé.)	Oxyde de cuivre hydraté.	Sol. jaune-verdâtre souvent pr. blanc.	Sol. bleue.	Bleu.	Col. flamme en vert résidu noir.	Pour les combinaisons de cuivre, il suffit d'ajouter une lame de fer dans les sol. acides; on obtient cuivre métallique.
Vert de gris (vé.).	Acétate basique de cuivre.	Sol. jaune-verdâtre.	Id.	Id.	Id.	
Vert de Scheele (t. v.).	Arsénite de cuivre.	Id.	Sol. sans col.	Sol. bleue.	Avec charbon odeur d'ail.	
Vert Schweinfurth (t. vé.).	Arsénite et acétate de cuivre.	Id.	Id.	Sol. col. bleue intense.	Avec charbon odeur d'ail.	
Cinabre vert (p. vé.).	Mélange de bleu de Prusse et jaune de chrome.	Col. vert bleu pr. blanc.	Décol. à chaud.	Rien.	Résidu brun avec charbon culot de plomb	
Vert minéral (vé.).	Carbonate de cuivre.	Sol. jaune avec effervescence.	Sol. bleue avec effervescence.	Poudre devenant bleuâtre.	Résidu brun.	
Terre verte (in.).	Silicate ferreux et ferrique avec potasse et magnésie.	Se dissout à chaud en jaune-brunâtre.	Se dissout à chaud. Sol. brune.	Rien.	Rouge-brun.	

(405) *Dosage de l'Anthracène.*

On dissout 1 gramme de l'échantillon dans 45 centimètres cubes d'acide acétique glacial, on filtre la liqueur bouillante et, sans interrompre l'ébullition, on ajoute en 2 heures une solution de 15 grammes d'acide chromique dans 10 centimètres cubes d'eau et 10 centimètres cubes d'acide acétique glacial ; on fait bouillir encore 2 heures On laisse 12 heures, on ajoute peu à peu 400 centimètres cubes d'eau, on filtre après 3 heures, on lave sur le filtre à l'eau, puis à l'hydrate de sodium très étendu et chaud, enfin à l'eau. Au moyen d'une pissette on chasse l'anthraquinone dans une capsule, on sèche à 100°, on y ajoute 10 fois son poids d'acide sulfurique fumant à 68° B ; on chauffe 10 minutes au bain-marie à 100°, on laisse 12 heures et on ajoute 200 centimètres cubes d'eau ; on filtre et on lave comme plus haut l'anthraquinone obtenue, qu'on rassemble dans une capsule et qu'on pèse séchée à 100° ; ensuite on l'incinère et on déduit le poids des cendres. Le poids obtenu par différence donne l'anthraquinone, dont le poids multiplié par 0,8556 donne l'anthracène pour 100.

(406) *Sur l'emploi des Spectres d'absorption.*

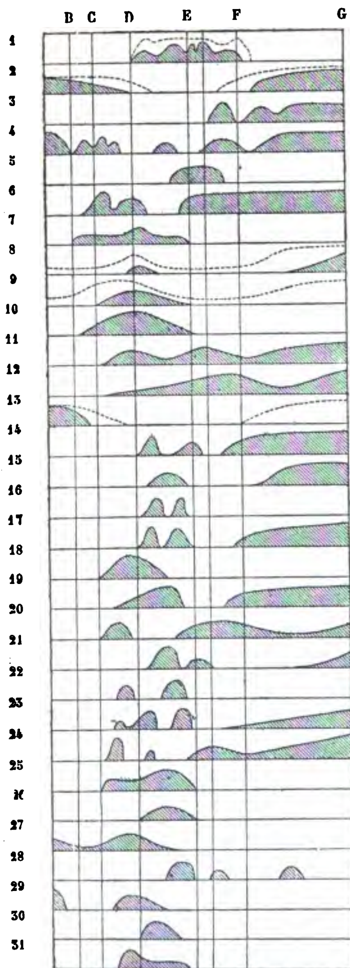
(Voyez la Notice de l'Agenda pour 1886.)

Les matières colorantes donnent, suivant les cas, des bandes ou bien des absorptions unilatérale ou bilatérale. La courbe 70 est un exemple d'absorption unilatérale dégradée dans le violet, tandis que la courbe 94 montre une absorption unilatérale du violet qui se termine brusquement entre les raies D et E, dans le vert. Le sulfate de cuivre (courbe 13) nous montre une absorption unilatérale dans le rouge, en liqueur diluée, et une absorption bilatérale en liqueur concentrée (celle-ci étant figurée par un pointillé). Le manganate de potassium (courbe 2) donne également une absorption bilatérale. Le bleu de Prusse dissous dans l'acide oxalique se comporte de même.

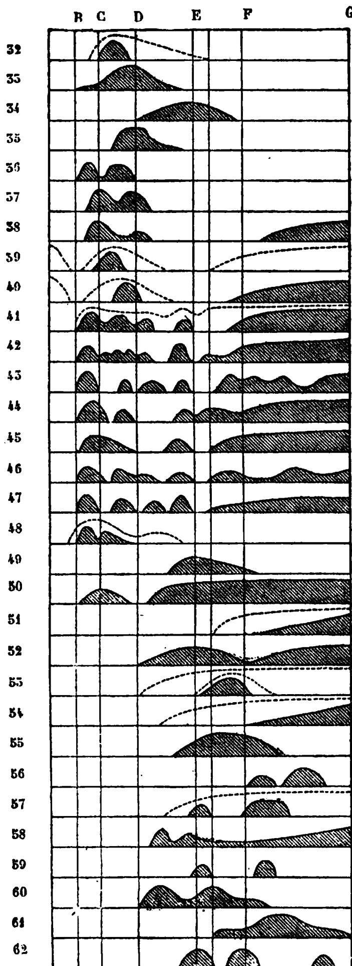
Nous citerons encore comme couleurs absorbant le côté violet jusqu'au bleu ou au vert suivant la concentration : le coquelicot, le bois jaune, le caramel, l'acide picrique, le quercitron, le gaïac, la gomme-gutte, la chrysotoluidine, le vert de vessie et les sels ferriques, enfin la plupart des dérivés azoïques.

La position des bandes n'est pas absolue comme celle des raies du spectre, elle change avec la concentration, la source de l'éclairage, la nature du dissolvant, et la réaction acide ou alcaline de la solution.

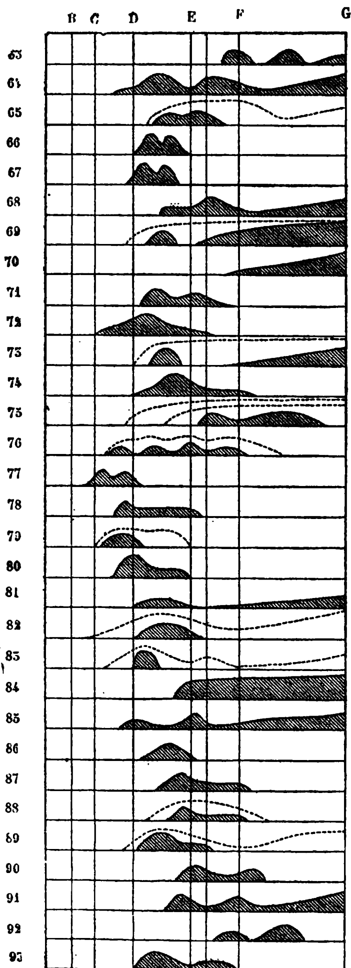
Pour certaines matières colorantes, surtout les jaunes, il y a souvent avantage à les examiner avec une fente large et sous une notable épaisseur ; on discerne alors, dans l'absorption graduelle du violet, des bandes plus ou moins caractéristiques, qui échappent à la vue dans les conditions habituelles.



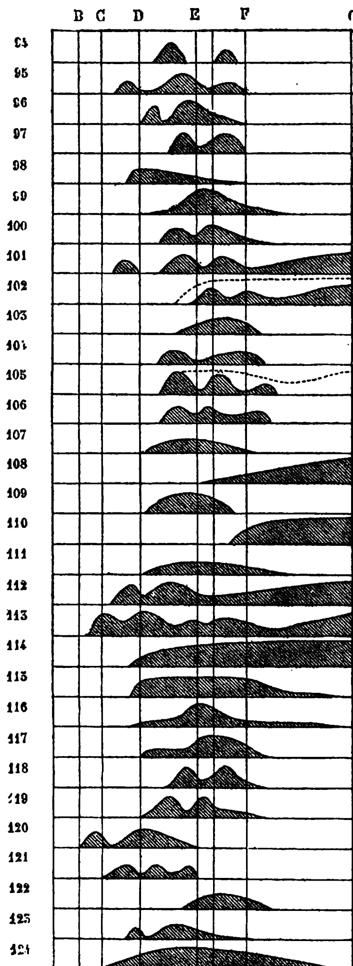
1 Permanganate de potassium.
2 Manganate —
3 Nitrate d'urane.
4 Sels uraneux.
5 Chlorure de cobalt.
6 Hydrate de cobalt.
7 Chlorure de nickel ammoniacal.
8 Alun de chrome violet.
9 — vert.
10 Acide perchromique, *éther*.
11 Sulfate ferreux + AzO.
12 Sulfocyanure ferrique, *éther*
13 Sulfate de cuivre.
14 Hémoglobine oxygénée.
15 — réduite.
16 — + AzO.
17 — + CO.
18 Hématine alcaline.
19 — + KCy.
20 — acide.
21 Hémochromogène, alcalin.
22 Hématoporphyrine, alcaline.
23 Méthémoglobine, alcaline.
24 — acide.
25 Sirop de violettes.
26 — acide.
27 — alcalin.
28 Violet d'ergot de seigle
29 Iodure d'amidon. —
30 Violet Hofmann rouge.
31 — bleu méthylé.



32 Indigo.
33 Bleu d'aniline, *alcool.*
34 — sulfoconjugué, *eau*
35 Bleu de quinoléine.
36 Bleu de méthylène.
37 Bleu azur.
38 Picrate de vert méthylé.
39 Vert malachite.
40 Vert brillant.
41 Chlorophylle, s. fraiche, *alcool.*
42 — s. vieille, —
43 Huile d'olives.
44 Huile de jusquiame.
45 Chlorophylle + HCl début.
46 — — act. compl.
47 — — excès.
48 — + KHO
49 Carthame.
50 Sang-dragon.
51 Curcuma.
52 — + Ammoniaque.
53 Fluorescéine.
54 Orangé de diphénylamine.
55 — au β-naphtol
56 Safran, *alc. amyl.*
57 — *alcool.*
58 — *alcool aqueux.*
59 Tomate, *éther acétique.*
60 — *sulfure de carbone*
61 — *alcool amylique.*
62 Rocou, *sulfure de carbone.*



63 Rocou, *éther.*
64 Cochenille, *eau* + *acide.*
65 — *alcool.*
66 — — + Amm.
67 — — + KHO.
68 — — + aci
69 Campêche + *eau.*
70 — — + acide.
71 — — + Amm.
72 — — + KHO.
73 Fernambouc.
74 — + Amm.
75 Santal.
76 Orcanette.
77 — + Amm.
78 Tournesol, orseille.
79 — + KHO.
80 — + Amm.
81 — + acide.
82 Fuchsine.
83 — sulfoconjuguée.
84 Acide rosolique
85 — — + Amm.
86 Coralline rouge, *alcool.*
87 — — + *eau.*
88 Safranine.
89 Rouge de Magdala.
90 Éosine, *alcool*
91 — *alcool amylique*
92 — — + acide.
93 Rose Bengale, *alcool.*



94 Cyanosine.
95 Azaline (Vogel).
96 Azarine rouge, *alcool*.
97 — *alcool amylique*.
98 — — + Amm.
99 — + acide, *sulfure de carbone*
100 Purpurine, *eau*.
101 — *alcool* + KHO.
102 — *eau* + Amm.
103 — — — + $Az^{4}HCl$.
104 — *alcool* + Amm.
105 — *eau* + Amm. + alun.
106 Purpurinamide.
107 — + BaO.
108 Isopurpurine.
109 — + Amm.
110 Alizarine, *alcool*.
111 — — + Amm.
112 — *eau* + Amm.
113 — *alcool* + KHO.
114 Nitroalizarine, *alcool*.
115 — — + Amm.
116 — — + KHO.
117 — *alcool amylique*.
118 Bleu d'alizarine, *alcool*.
119 — *sulfure de carbone*.
120 Sulfoxyanthraquinone, *alcool* + KHO
121 — *eau* —
122 Alizarinamide.
123 — + Amm.
124 Betterave rouge.

B C D E F

125	Framboise.
126	— + Amm.
127	Jacquez, couleur s. eau.
128	Raisin frais, + Amm.
129	— + $CuSO^4$.
130	Vin fermenté.
131	Petit-Bouschet.
132	Vin + Amm.
133	Jacquez + Amm.
134	Petit-Bouschet + borax.
135	— + acét. alum.
136	Jacquez + acét. alum.
137	Jus de fruits rouges.
138	Vin + acétate d'alumine.

(407) *Essai de l'alcool méthylique pur.*

1° Il doit marquer au moins 99° à l'alcoomètre (densité 0,7995 à 15°).

2° Il ne doit pas renfermer plus de 0,7 p. 0/0 d'acétone.

Pour ce dosage on introduit dans un tube de 30 cc., gradué par demi-centimètres cubes, 10 cc. de soude caustique double-normale, à 80 gr. par litre, 1 cc. mesuré exactement de l'alcool à essayer, enfin, après agitation, 5 cc. d'iode double-normal à 254 gr. d'iode et 350 gr. d'iodure de potassium pour un litre ; on agite, on laisse reposer, puis on ajoute 10 cc. d'éther pur. On bouche et on agite bien. On mesure ensuite le volume de l'éther et on en prélève 5 cc., qu'on laisse évaporer sur un verre de montre taré ; on sèche rapidement sur l'acide sulfurique et on pèse : le poids de l'iodoforme $\times$ 0,14723 donne celui de l'acétone ; on multiplie par le rapport de l'éther total à celui qui a été évaporé, et on ramène au poids de l'alcool méthylique pour avoir la quantité p. 0/0.

3° En distillant l'alcool, il doit passer au moins 95 p. 0/0 dans l'intervalle d'un degré du thermomètre.

4° L'alcool doit se colorer tout au plus en jaune clair avec le double de son volume d'acide sulfurique à 66°.

5° 5 cc. d'alcool ne doivent pas décolorer immédiatement 1 cc. de permanganate à 1 gr. par litre.

6° 25 cc. d'alcool doivent encore rester jaunes avec 1 cc. de solution de 1 p. de brome dans 80 parties d'acide acétique à 50 p. 0/0.

7° Enfin l'alcool doit rester tout à fait incolore avec la soude caustique, même en excès.

Section XVIII. — Recettes diverses.

Encre indélébile. — Encre de Chine dans soude caustique à 1° B.

Encre pour écrire sur le verre. — Faire dissoudre à une douce chaleur 5 parties de copal en poudre dans 32 parties d'essence de lavande, et colorer par du noir de fumée, de l'indigo ou du vermillon.

Encre pour graver sur le verre. — On sature l'acide fluorhydrique du commerce par de l'ammoniaque, on ajoute un volume égal d'acide fluorhydrique et on épaissit avec un peu de sulfate de baryum en poudre fine. On peut écrire avec une plume métallique; l'encre mord presque instantanément; il suffit ensuite de laver à l'eau.

Encre en poudre. — Sel de potassium de l'acide sulfoconjugué de la violaniline, mélangé de copal et borax pulvérisé.

Encre pourpre indélébile pour le linge. — 1° Carbonate de soude, 12 gr.; gomme arabique, 12 gr.; eau, 45 gr. — 2° Chlorure de platine, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — 3° Protochlorure d'étain, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — Tremper l'étoffe dans la solution 1; faire sécher et écrire avec la solution 2; laisser sécher et recouvrir les caractères avec le liquide 3. La couleur pourpre apparaît de suite; elle résiste au savon.

Luts. — 1° On mélange du blanc de zinc avec son volume de sable fin, et on y ajoute un poids un peu supérieur à celui de l'oxyde de zinc, d'une solution de chlorure de zinc ferrugineux d'une densité de 1,62; on broie le tout dans un mortier et on applique la pâte sur les bouchons enfoncés de quelques millimètres dans le goulot de la fiole. 2° On fait une bouillie de silicate de soude commercial et de kaolin pulvérisé, avec ou sans craie; on l'applique sur les bouchons et on laisse sécher. 3° On gâche du plâtre avec de l'eau contenant 5 pour 100 de gomme arabique; la bouillie prend en une demi-heure. 4° Graine de lin avec de l'eau gommée. 5° Pour réunir le verre et les métaux : résine, 4 cire 1, colcothar 1. Faire fondre jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus d'écume. D'après une autre formule, on met 10 de résine. En été, on met moins de cire.

Colle liquide pour porcelaine. — Colle de poisson 5 gr.; acide acétique cristallisable 20 gr.; chauffer jusqu'à ce qu'elle se prenne en gelée à froid.

Colle forte liquide. — Dissoudre au bain-marie : gélatine transparente 1 p.; acide acétique très fort 1 p.; alcool fort 1/4 p.; alun un peu.

Colle forte incorruptible. — Dissoudre au bain-marie : colle forte de Givet 1 kilogr.; eau 1 kilogr.; ajouter peu à peu à cette solution : acide azotique, à 36°, 200 gr. On peut s'en servir comme lut en l'étendant au pinceau sur un linge.

Glu marine. — Laisser en contact trois à quatre jours 1 p. de caoutchouc et 3 p. d'huile de goudron. Décanter le liquide et y dissoudre à chaud 3 p. de gomme laque. Couler dans des moules; la masse se solidifie à froid. Pour réunir le bois et faire des vases étanches.

Ciment résistant au pétrole et à la benzine. — Gélatine fluididifiée à chaud par un peu de glycérine.

Mastic de fontainier. — Malaxer 9 p. de brique pilée et tamisée avec 1 partie de litharge et un peu d'huile de lin. Ne fait prise qu'en 6 heures.

Mastic de plomb. — On malaxe avec 1 partie d'huile de lin, 1 partie de céruse ou 1 partie de minium, ou 1 partie de ces deux corps mélangés.

Mastic de fer. — 1° On mélange intimement 98 parties limaille de fer; 1 partie fleur de soufre; 1 partie sel ammoniac. On délaye dans l'eau à consistance de mortier; ce mastic doit être employé de suite. 2° (allant au feu): limaille de fer, 50 parties; sel ammoniac, 1 partie. 3° Pour cornues de terre: argile en poudre, 4 parties; limaille de fer, 4 parties; sel ammoniac, 1 partie; fleur de soufre, 1/2 partie. Mélanger, puis arroser d'eau ammoniacale ou de carbonate d'ammonium.

Mastic pour briques et porcelaines (peu fusible). — Silicate neutre de soude, 1 partie; magnésie calcinée, 1 partie; oxyde de zinc, 1 partie. Appliquer et laisser sécher, puis porter au feu.

Mastic pour sceller les tubes de manomètres. — Délayer du plâtre en poudre impalpable dans de l'huile à machine; lorsque la pâte est bien liée, ajoutez des blancs d'œuf, le double du poids d'huile, et mélangez au mortier.

Bouchons pour le chlore. — On scie un bloc de pierre ponce, on l'arrondit à la lime en forme de bouchon conique, on le perce avec une percette comme un bouchon de liège, et on l'applique sur la fiole; on le recouvre d'un des luts précédents (1, 2 ou 3).

Vernis. — Solution alcoolique saturée de gomme laque blanche.

Vernis pour efflorescences des piles Leclanché. — Vaseline et paraffine à poids égal.

Vernis pour cuivre. — Sulfure de carbone, 1 partie; benzine, 1 partie; essence de térébenthine, 1 partie; esprit-de-bois, 2 parties; copal dur, 1 partie.

Réactif de Millon. — On dissout 1 partie de mercure dans 2 parties d'acide nitrique d'une densité de 1,42, à froid d'abord, ensuite en chauffant. Quand la solution est complète, on ajoute au liquide le double de son volume d'eau, on laisse reposer et on décante la portion claire.

Sous-acétate de plomb. — On fond, à feu nu, un mélange de 20 p. d'acétate de plomb cristallisé et de 6 p. de litharge finement pulvérisée. Le produit (sous-acétate solide) est dissous dans 70 p. d'eau chaude, et la solution filtrée est conservée dans un flacon bien bouché.

Solution d'indigo. — On mêle de l'indigo finement pulvérisé avec

4 à 6 parties d'acide sulfurique fumant; on laisse reposer 48 heures au frais et on étend de 20 volumes d'eau distillée.

Tableau des soudures.

Soudures faibles.	Étain.	Plomb.	Bismuth.	Employer avec :	P. de fusion.
Soudure au plomb, grossière.	1	3		C	246
» ordinaire.	1	2		C	224
» »	2	3		C, S	
Soudure à l'étain...	1 1/2	1		C, Z	168
» supérieure..	2	1		C, Z	171
Soudure au bismuth.........	4	4	1	C, Z	160
»	3	3	1	»	155
»	2	2	1	»	142
»	1	2	2	»	111
»	5	3	3	»	94
Soudure à l'étain............	3	4	2	»	

C, colophane; Z, chlorure de zinc; S, acide stéarique (bougie).

Soudures fortes, avec borax.

Brasure pour cuivre, laiton, fer.	cuivre 2, zinc 1.
»	laiton malléable 5, zinc 1.
»	cuivre 1, zinc 1.
» plus fusible.	laiton laminé.
Soudure à l'argent, pour bijoux ou sur acier.................	argent 19, cuivre 1, laiton 1.
Soudure à l'argent, pour plaques.	» 2, » 1.
» sur cuivre ou sur fer.....................	» 1, » 1.
Soudure à l'argent, fusible......	» 5, zinc 1, » 5.
Soudure à l'or............. ..	or 12, argent 2, cuivre 4.

Solution d'amidon. — Amidon, 1 p.; eau, 100 p.: faire bouillir et filtrer ou décanter après refroidissement.

Papiers réactifs. — On trempe du papier blanc mince et non collé dans les différentes solutions qui suivent, puis on laisse sécher. — 1° *Curcuma.* On lave avec beaucoup d'eau de la racine de curcuma en poudre, on sèche et on chauffe avec 4 parties d'alcool et 4 parties d'eau; après quelques heures on filtre. — 2° *Tournesol.* On pulvérise le tournesol en pains, on le fait bouillir avec de l'alcool à 85° qu'on

jette ensuite, on l'arrose avec 6 à 8 parties d'eau, on chauffe, on filtre, on ajoute 1 partie d'alcool et on conserve dans un flacon fermé par un tampon de coton. A la moitié de cette teinture on ajoute de l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce que la coloration soit presque rouge, et on réunit à l'autre moitié pour avoir la teinture sensible; on y trempe le papier pour l'avoir bleu. Pour le rougir, on le trempe dans une solution très faible d'acide chlorhydrique et on fait sécher. — 3° *Noix de galle*. Décoction de 1 partie de noix de galle pulvérisée dans 10 parties d'eau; coloration noire par les sels ferriques. — 4° *Amidon*. Le papier du commerce, collé à l'amidon, sert à rechercher l'iode. — 5° *Acétate de plomb*. Solution au 10e d'acétate neutre de plomb: le papier noircit par les sulfures; on peut le remplacer par du carton recouvert de céruse, puis glacé (voy. table 232). — 6° *Iodure de potassium* (voy. table 274). — 7° *Iodate de potassium*, 1 partie iodate de potassium, 1 partie amidon, 20 parties eau; faire bouillir et laisser refroidir en agitant. Sert à la recherche des acides sulfureux et azoteux. — 8° *Ozonométrique*. Papier à l'iodure de potassium; ou papier de tournesol rouge trempé à moitié dans une solution au 20e d'iodure de potassium; la moitié iodurée doit bleuir seule. — 9° *Fuchsine*. Solution au 40e de chlorhydrate de rosaniline. Ce papier jaunit par un excès d'acide libre, tandis que les sels neutres qui rougissent le tournesol ne l'altèrent pas. 10° *Fernambouc*. Décoction aqueuse au 5e de bois de Fernambouc: jaunit par l'acide fluorhydrique. — 11° *Liguline*. Baies de troène (*Ligustrum vulgare*) dans de l'eau distillée bouillante: rougit par les acides, verdit par les bases, et bleuit par les eaux calcaires. — 12° *Sulfocyanate de potassium*. Solution au 20e: rougit par les sels ferriques. — 13° *Nitroprussiate de sodium*. Solution au 20e; devient violet par les sulfures; rien avec l'hydrogène sulfuré libre.

Teintures pour titrages alcalimétriques. — 1° *Tournesol* (voy. ci-dessus 2°). — 2° *Cochenille*. 2 grammes cochenille, 400 cc. eau, 100 cc. alcool; on laisse macérer à froid. — 3° *Campêche*. L'intérieur des bûches de campêche est coupé en copeaux qu'on fait bouillir avec de l'eau. — 4° *Acide rosolique*. Produit commercial dissous dans l'eau et neutralisé par l'acide chlorhydrique. Ces trois teintures deviennent violettes par les alcalis et jaunes par les acides. — 5° *Violet de méthylaniline*. Solution aqueuse au 1000e. Vire au bleu-vert par les acides minéraux puissants, même en liqueur étendue; n'est pas changé par les acides organiques. — 6° *Phtaléine du phénol*. On chauffe à 120—130° 10 parties de phénol, 5 parties anhydrique phtalique et 4 parties acide sulfurique concentré, jusqu'à ce que la matière devienne solide au bout de la baguette; on lave à l'eau et on fait sécher le produit pulvérulent. On en fait une solution alcoolique au 30e; on ajoute une goutte de cette solution au liquide d'un titrage acidimétrique. Dès que l'alcali est en excès, le liquide se colore en violet; les acides, même l'acide carbonique en certaine proportion, décolorent la liqueur; on ne peut l'employer en présence d'ammoniaque. — 7° *Orangé de diméthylaniline*, hélianthine de Poirrier, en

solution à 1 gramme par litre d'eau froide : il vire au rouge par les acides minéraux seulement, même par l'acide sulfureux, mais non par les acides organiques, l'acide oxalique compris, ou par l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré; on en ajoute environ 4 gouttes pour 100 cc. de liquide qui doit être faiblement mais nettement coloré : il ne faut jamais l'employer dans des liquides chauds; il est insensible à l'action de l'acide carbonique et réussit en présence d'ammoniaque, mais il faut déduire la quantité d'acide nécessaire pour produire le virage en liqueur neutre (environ 3 dixièmes de centimètre cube d'acide décime pour 100 cc. de liquide et 4 gouttes d'indicateur). — 8° *Phénacétoline*, en dissolution à 1 pour 100 dans l'alcool; on en ajoute deux ou trois gouttes; elle réussit bien avec l'ammoniaque et les carbonates; elle est jaune avec les alcalis, rouge avec les carbonates et jaune d'or avec les acides. On l'emploie utilement à doser les carbonates dans les alcalis caustiques ou non en notant les deux virages; mais il importe de remarquer que si l'excès des carbonates sur l'alcali est considérable, la solution sera de suite rouge avec ce réactif. — 9° *Bleu soluble* CHB de Poirrier. Il est rouge en présence des alcalis libres et bleu avec les carbonates alcalins et les sels à acides faibles, et peut servir utilement à titrer l'alcali caustique dans les carbonates; on l'emploie en solution aqueuse à 1/500°.

Nota. A la lumière du sodium, obtenue en plaçant dans la flamme du bec Bunsen du sel marin dans un panier de fil ou toile de platine, le tournesol bleu paraît noir et le rouge est incolore; le virage est net, même pour les liquides colorés en jaune.

La phtaléine du phénol réussit bien avec les acides minéraux et organiques : quand on titre les carbonates, le virage se produit aussitôt que la moitié de l'acide carbonique est déplacée en formant le bicarbonate; si on chauffe ensuite le liquide à l'ébullition, on remarque qu'il faut ajouter un volume d'acide exactement égal à celui qu'on avait employé à froid.

Pour le titrage des carbonates de baryum, de calcium et de magnésium, il vaut mieux opérer à froid avec l'orange de méthyle.

Pâte chromographique. — Pour 1 kilogr. de pâte, faire bouillir 300 cc. d'eau, ajouter 100 gr. de gélatine en petits morceaux ; après dissolution y mêler 700 gr. glycérine, agiter, puis faire passer à travers une passoire fine, en recueillant dans les cuvettes à rebord peu élevé, où se fait le tirage; enlever avec une carte les bulles et la mousse superficielles, et laisser prendre. La pâte doit être molle et collante.

L'encre se prépare en épuisant 50 gr. de violet de méthylaniline BBB par 500 cc. d'eau froide employée par portions, de manière à tout dissoudre.

Alliage se dilatant par le refroidissement. — Cet alliage se compose de : plomb, 6 parties; antimoine, 9 parties; bismuth, 1 partie. Il est excellent pour les joints métalliques, ou bien pour sceller du métal dans la pierre ou le marbre.

SUPPLÉMENT 1897

NOTICES

(1) Alphonse Combes,

par M. Ch. Friedel, membre de l'Institut.

Lorsque, en 1894, Georges Salet, fondateur et jusqu'à la fin directeur de l'*Agenda du Chimiste*, fut enlevé par une mort prématurée et inattendue, Alphonse Combes, qui l'avait remplacé de son vivant déjà à la Sorbonne comme maître de conférences, fut chargé de continuer la publication de ce petit volume si utile. Se conformant aux intentions de G. Salet, il avait commencé à remanier les tableaux de l'*Agenda*, avec la collaboration acquise depuis longtemps de MM. Girard et Pabst, et avec celle très active, qu'il s'était assurée, de M. G. Griner, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences.

Ce travail, dont l'édition de 1895 et surtout celle de 1896 portent la trace, n'a malheureusement pas pu être achevé par lui.

Le 5 novembre dernier, A. Combes fut enlevé aux siens, à la science qui mettait en lui les plus grandes et les plus légitimes espérances, à ses travaux commencés, à tant de projets et à un si bel avenir, par un coup foudroyant.

Qu'il soit permis à celui qui l'a vu avancer auprès de lui d'un pas rapide et sûr dans la carrière scientifique, qui a été le témoin de ses efforts et de ses succès, qui, dans un contact journalier, avait appris à connaître ses qualités de cœur et d'esprit, et qui pleure aujourd'hui cette perte irréparable, de lui rendre justice, et de chercher à faire revivre autant qu'il lui sera possible, non seulement l'auteur de beaux travaux qui conserveront son nom dans la science, mais l'homme charmant et bon, distingué et délicat, qu'ont apprécié et aimé tous ceux qui ont été en relation avec lui.

Alphonse-Edmond Combes, né à Saint-Hippolyte-du-Fort (Gard), en octobre 1858, était fils d'un magistrat distingué, qui mourut jeune, lui aussi, en 1873.

Son grand-père, Charles Combes, l'ingénieur et savant bien connu, fut membre de la section de mécanique à l'Académie des Sciences, et resta directeur de l'École nationale des Mines jusqu'à sa mort, survenue en 1872, au moment où il avait atteint la limite d'âge qui le met-

tait à la retraite. Quand il perdit ainsi ses guides naturels, Alphonse était bien jeune pour avoir pu éprouver profondément leur influence; néanmoins on retrouve chez lui, à côté des goûts littéraires de son père, l'aptitude aux travaux scientifiques que son grand-père savait allier à l'amour des lettres.

Il acheva à Paris, aux lycées Saint-Louis et Fontanes, les études commencées en province et fut reçu en 1879 à l'École Polytechnique. A sa sortie, une dureté d'ouïe qui l'avait empêché déjà d'être admis à l'École Normale, le priva de suivre la carrière militaire, pour laquelle il avait alors du goût, comme beaucoup de jeunes gens.

A défaut de celle-ci, il fut attiré par la chimie et se trouva dès lors dans sa véritable voie; il entra au laboratoire de Wurtz, dont il fut bientôt un des meilleurs élèves. Il y resta jusqu'à la mort du Maître (1884), devint pendant quelque temps préparateur aux travaux pratiques de la Faculté de Médecine, puis remplaça son compagnon de laboratoire et ami, G Griner, comme préparateur particulier auprès du professeur de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

Il remplit ces fonctions avec beaucoup d'intelligence, d'habileté et de zèle jusqu'au moment où, G. Salet ayant obtenu d'abandonner les conférences de Chimie organique qu'il faisait à la Faculté depuis l'époque de la création des Maîtres de Conférences, pour se consacrer plus complètement à l'enseignement de la Chimie physique, il fut chargé de le remplacer. A la mort de Salet, survenue malheureusement bien peu de temps après, Combes fut nommé Maître de Conférences et remplit ses fonctions avec une grande distinction et un réel succès. Il avait à un haut degré les qualités qui font le professeur : clarté dans les idées, élégance naturelle et charme dans la diction, avec une parfaite connaissance du sujet, qu'il ne traitait jamais sans une sérieuse préparation.

Avant d'être maître de conférences, il avait d'ailleurs fait pendant plusieurs années à la Sorbonne des cours libres, bien suivis, sur divers sujets de chimie organique, tels que les bases pyridiques et quinoléiques, les matières colorantes artificielles, etc.

Il était aussi habile expérimentateur que professeur distingué, et il lui arriva rarement de toucher à une question de chimie sans en tirer des résultats importants, remarquables par leur netteté et par la manière concluante dont ils étaient établis.

On peut en juger par l'analyse que nous allons donner de ses principaux travaux :

Sur le prétendu composé AzH^2. — La première Note publiée par lui est relative à un travail de vérification exécuté à la demande de son maître Wurtz, pour contrôler une assertion émise par un chimiste.

D'après celui-ci, l'oxydation de l'oxalate d'ammoniaque par le permanganate de potassium aurait fourni un composé AzH^2, ou plutôt Az^2H^4. La vérification était d'autant plus nécessaire que la théorie indiquait comme probable l'existence de ce corps, l'hydrazine, dont on connaissait déjà plusieurs dérivés et dont la production a été réalisée depuis, mais dans des conditions tout à fait différentes, par

M. Curtius. Les expériences de Combes ont montré que, dans les conditions indiquées, on ne peut isoler que de l'ammoniaque.

Base dérivée de l'aldéhyde crotonique. — Il a décrit ensuite une base oxygénée dérivée de l'aldéhyde crotonique et qui s'obtient par l'action du gaz ammoniac sec sur une solution d'aldéhyde crotonique dans l'éther anhydre fortement refroidi. Cette base est un beau corps qui donne un hydrate et plusieurs autres dérivés bien cristallisés.

Action du chloral sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. — C'est en 1884 qu'il entra dans la voie, qui fut si féconde pour lui, des synthèses faites au moyen du chlorure d'aluminium. Il commença par faire réagir le chloral sur le benzène en présence de cet agent. Il obtint ainsi un composé qui n'est pas, comme on pouvait s'y attendre, l'aldéhyde de l'acide triphénylacétique, mais une combinaison, distillable dans le vide, d'aldéhyde dichlorophénylacétique et d'acide chlorhydrique.

L'oxydation de cette aldéhyde fournit l'acide correspondant, l'acide dichlorophénylacétique.

Si l'on cherche à pousser plus loin la réaction du benzène, c'est un corps solide, cristallisable, fondant à 205°, que l'on obtient. Il a la composition du triphényléthane.

Action du chlorure d'aluminium sur les chlorures d'acides. — L'importance du précédent travail consiste principalement en ce qu'il conduisit A. Combes à s'occuper de l'action du chlorure d'aluminium sur les chlorures d'acides et à découvrir ainsi les premières synthèses régulières faites avec cet agent dans la série grasse. En même temps, il obtint un corps de propriétés particulièrement intéressantes et d'une fécondité extrême de réactions, l'acétylacétone.

Lorsqu'on ajoute du chlorure d'aluminium à du chlorure d'acétyle maintenu à une température de 45 à 50°, on voit se produire un vif dégagement d'acide chlorhydrique et se former un corps solide blanc à structure cristalline, si l'on a eu soin d'ajouter une certaine quantité d'un liquide inerte, tel que le chloroforme ou le sulfure de carbone.

Le corps blanc, facile à séparer du liquide, est formé par l'union de 1 molécule de chlorure d'aluminium ($Al\,Cl^3$) avec 3 molécules de chlorure d'acétyle, avec élimination de 2 molécules d'acide chlorhydrique.

En projetant ce corps dans un excès d'eau, on obtient une solution limpide, peu colorée, qui abandonne au chloroforme un liquide bouillant à 136-137°, soluble dans l'eau en toute proportion, et renfermant $C^5H^8O^2$. C'est l'acétylacétone ou pentanedione 24, c'est-à-dire la dicétone β la plus simple.

Elle a pris naissanee aux dépens du composé aluminique avec dégagement d'acide carbonique. Ce dégagement, facile à mettre en évidence dans le traitement par l'eau, n'a pas lieu lorsqu'on met le composé aluminique en contact, non plus avec l'eau, mais avec un alcool. Dans ce cas, il se produit l'éther d'un acide renfermant un atome de carbone de plus que l'acétylacétone, un éther diacétylacétique $(CH^3CO)^2 = CH - CO^2C^2H^5$. L'acide lui-même n'est pas stable

Il en est d'ailleurs de même de l'acétylacétone lorsqu'elle est mise en présence des alcalis. Elle se dédouble alors en acétate alcalin et acétone. Mais ce que ce composé présente surtout de remarquable, ce sont les propriétés spéciales du groupement CH^2 qu'elle renferme compris entre deux groupes CO, dont le voisinage change entièrement le caractère des atomes d'hydrogène qui y sont contenus. Ces atomes d'hydrogène, l'un d'abord, le deuxième ensuite, dans certaines conditions, ont acquis la propriété d'être remplaçables par des valences métalliques. C'est ainsi que l'acétylacétone est attaquée par le sodium métallique en donnant l'acétylacétone sodée. Le même composé, très peu soluble dans l'alcool, s'obtient d'ailleurs facilement en ajoutant à une solution d'acétylacétone dans l'alcool absolu une autre solution renfermant une quantité correspondante d'alcool sodé. Lorsqu'on ajoute l'acétylacétone à une solution d'acétate de cuivre, on voit se produire rapidement un précipité en fines aiguilles d'un joli bleu clair d'acétylacétone cuprique, soluble dans le chloroforme et y cristallisant en belles aiguilles d'un bleu plus foncé. Le chlorure et le sulfate de cuivre même sont décomposés par l'acétylacétone en donnant le même précipité cristallin bleu clair. Avec un sel ferrique, on obtient une coloration d'un rouge intense et, par évaporation de la solution, de beaux cristaux rouges isomorphes avec ceux que donne l'alumine.

Ce n'est pas tout : l'acétylacétone, qui ne renferme pourtant pas le groupement caractéristique de la fonction acide, se comporte néanmoins dans beaucoup de cas comme un acide, décompose tous les carbonates, par exemple ceux de sodium, de magnésium, de fer, etc., pour donner les acylacétonates correspondants.

Combes a déterminé la chaleur de saturation de l'acétylacétone par la potasse et trouve qu'elle est de 10 cal. 95 à 13° pour le remplacement d'un atome d'hydrogène par un atome de potassium ; une deuxième molécule de potasse (KOH) ajoutée à la solution ne produit plus aucun effet thermique. Quant à la chaleur de formation de l'acétylacétone cuprique, elle est plus grande que celle de l'acétate et du chlorure de cuivre.

Les composés métalliques de l'acétylacétone, et en particulier celui de sodium, se prêtent à une foule de synthèses, dont les plus simples résultent de l'action des iodures alcooliques sur l'acétylacétone sodée. Il y a remplacement du sodium par le radical alcoolique et formation, par exemple, avec l'iodure d'éthyle de l'éthylacétylacétone, dans laquelle, ainsi que le prouvent les réactions que nous allons indiquer, l'éthyle est fixé directement sur le carbone central de l'acétylacétone, ce qui permet de conclure que le sodium l'était de même.

Si maintenant on prend cette éthylacétylacétone, on trouve qu'elle renferme encore un atome d'hydrogène remplaçable par du sodium et par suite par un radical alcoolique quelconque. Par exemple, de l'éthylacétylacétone on peut donc dériver une diéthylacétylacétone. Or les acétylacétones substituées conservent la propriété que possède l'acétylacétone d'être décomposée par les alcalis en excès en acétate alcalin et acétone ; leur décomposition par la potasse donne de l'acé-

tate de potassium et une acétone renfermant, en plus des éléments de l'acétone ordinaire, un ou deux radicaux alcooliques, substitués à autant d'atomes d'hydrogène. Dans les exemples que nous avons choisis, c'est la méthylpropylacétone (ou pentanone 2), et l'éthyl 3 pentanone 2 qui prennent naissance. Comme on voit, on a ainsi le moyen de faire la synthèse d'une série indéfinie d'acétones de la forme générale $CH^3COC^nH^{2n+1}$, C^nH^{2n+1} étant une chaîne simple ou un groupe arborescent.

Les iodures des radicaux alcooliques ne sont pas seuls à pouvoir réagir sur l'acétylacétone sodée. Les chlorures d'acides sont dans le même cas. Avec celui d'acétyle, on obtient un triacétylméthane, liquide bouillant à 127-128° sous 45mm de pression et susceptible de donner des combinaisons métalliques, grâce à l'atome d'hydrogène qui reste uni au carbone saturé par trois groupes CO. Le triacétylméthane, ou éthylène-3-pentane-dione-24 est un composé ayant des propriétés acides plus marquées que l'acétylacétone. Son dérivé cuprique est fort beau et fond à 205°.

Quinoléines. — Lorsqu'on met de l'aniline en contact avec l'acétylacétone, on constate qu'il se produit une réaction avec élimination d'eau. Il se forme d'abord une anilide, qui renferme les éléments des deux corps, moins une molécule d'eau. La réaction est tout à fait pareille à celle qui se produit entre cette base et une acétone simple; un seul des deux groupes CO de la dicétone entre en réaction.

Il n'en est plus de même si l'on prend l'anilide de l'acétylacétone et si on la traite pendant quelques instants à la température du bain-marie par l'acide sulfurique. En reprenant ensuire le produit par l'eau et par l'ammoniaque, on arrive à isoler une base bouillant à 264-265°. Ce corps est identique avec une diméthylquinoléine obtenue antérieurement par M. C. Beyer pár l'action de l'aniline sur un mélange d'aldéhyde et d'acétone chauffé en tube scellé avec un excès d'acide chlorhydrique. La réaction de l'acétylacétone est parfaitement régulière et l'on peut en conclure avec une entière certitude la place des deux groupes méthyle dans la diméthylquinoléine.

Si, dans cette réaction, on remplace l'acétylacétone par une acétylacétone dans laquelle un ou deux atomes d'hydrogène sont remplacés par des radicaux alcooliques, par exemple par la méthylacétylacétone, on obtient une triméthylquinoléine dont la constitution est connue. Il en sera de même pour la série des corps plus complexes qui peuvent se produire ainsi.

D'autre part, on peut remplacer l'aniline par d'autres amines aromatiques, telles que l'orthotoluidine, ce qui fournit encore une autre série de quinoléines substituées.

Si l'on fait réagir l'acétylacétone, dans des conditions analogues, sur l'α et sur la β-naphtylamine, on obtient de même les α et β-naphtoquinoléines.

Voilà pour les monamines. De leur côté, les diamines, telles que l'éthylène-diamine (diaminoéthane), réagissent très vivement sur l'acétylacétone avec formation d'une masse cristalline blanche, qui pro-

vient de l'union de deux molécules d'acétylacétone avec une molécule de diamine, accompagnée de l'élimination de deux molécules d'eau. Le composé ainsi formé renferme encore deux groupes CH^2 dans lesquels l'hydrogène est remplaçable par des quantités équivalentes de métaux et en présence d'acétate de cuivre : il se forme un précipité violet, insoluble dans l'eau et qui renferme un atome de cuivre pour une molécule du composé, ou deux atomes de cuivre pour deux molécules du composé, si on suppose la formule doublée. L'action des acides minéraux dédouble ce corps en acétylacétone et éthylène-diamine; mais, en faisant réagir l'acide chlorhydrique sec sur sa solution dans l'alcool absolu, on peut isoler un dichlorhydrate cristallisé.

Ce composé remarquable peut donc fonctionner, suivant le cas, comme un acide bibasique, ou comme une base biacide.

Si, au lieu d'une diamine grasse, on emploie une diamine aromatique, on réalise des transformations tout à fait semblables à celles que donnent les monamines de la même série.

Toutefois il y a une différence entre les résultats que l'on obtient avec une diamine à un seul noyau aromatique, ou avec une diamine dans laquelle chaque groupe AzH^2 est porté par un noyau aromatique différent.

Dans le premier cas, c'est une aminoquinoléine qui se produit. Dans le deuxième, c'est encore une aminoquinoléine, mais celle-ci est transformée à son tour par l'action de l'acide sulfurique poussée plus loin en une diquinoléine.

Avec la benzidine, par exemple, on obtient d'abord un composé $C^{22}H^{24}Az^2O^2$ résultant de l'union de deux molécules d'acétylacétone et d'une molécule de benzidine, avec élimination de deux molécules d'eau. L'action de l'acide sulfurique concentré à 100° détermine l'élimination d'une ou de deux autres molécules d'eau avec formation d'une amidophénylquinoléine $C^{22}H^{22}Az^2O$ et en même temps d'une tétraméthyldiquinoléine $C^{22}H^{20}Az^2$, fusible à 235°.

Détermination de la valence de certains métaux. — Nous avons déjà parlé des dérivés métalliques de l'acétylacétone et du rôle qu'ils jouent dans certaines synthèses faites en partant de ce composé. A. Combes a su en tirer parti d'une autre manière encore, et cela pour arriver à la détermination de la valence de certains métaux. Il avait remarqué que la combinaison d'acétylacétone et d'aluminium est volatile sans décomposition. Il eut l'idée de mettre à profit cette propriété pour en déterminer le poids moléculaire par la méthode des densités de vapeur. L'opération se fait fort bien par le procédé de M. V. Meyer. Le produit bout régulièrement à 314-315° et la densité de sa vapeur peut être prise dans l'azote à la température d'ébullition du mercure. La matière pouvant se mouler en petits cylindres, on peut avec avantage supprimer le petit vase qui sert d'ordinaire à contenir le produit sur lequel on opère. L'acétylacétonate d'aluminium n'est nullement altéré dans l'opération et cristallise par refroidissement sur les parois du réservoir, après avoir donné lieu à un

dégagement d'azote tout à fait régulier et nettement terminé. Les nombres trouvés permettent de conclure de la façon la plus décisive en faveur de la formule $Al(C^5H^7O^2)^3$, qui montre que, dans ce cas-là au moins, l'aluminium se comporte comme trivalent à la température de 388°, quoique, pour le chlorure, entre les températures de 218° et de 400°, on soit conduit à admettre une formule doublé renfermant Al^2 et que ce soit seulement à des températures plus élevées encore que la dissociation en deux molécules $AlCl^3$ se produise.

Les expériences d'A. Combes sont si nettes, que l'on ne voit pas quelles objections pourraient leur être faites.

Cet emploi de l'acétylacétonate d'aluminium montre le parti que l'on peut tirer de l'acétylacétone pour la détermination de la valence des métaux par celle des poids moléculaires de leurs combinaisons acétylacétoniques. A. Combes s'en est servi d'une manière aussi intéressante au moins et aussi heureuse pour résoudre la question du poids atomique et de la valence du glucinium. On sait que les chimistes ont hésité longtemps pour la glucine entre les formules GlO et Gl^2O^3. Si les principales analogies et les expériences de MM. Nilson et Petersson sur la densité de vapeur du chlorure de glucinium parlent en faveur de la formule GlO, tout le monde ne s'est pas rallié à cette manière de voir. M. Wyrouboff entre autres, se fondant sur des considérations d'isomorphisme, pense devoir préférer la formule Gl^2O^3.

Combes, dans l'espoir de résoudre la question, a préparé l'acétylacétonate de glucinium, composé parfaitement défini, qui s'obtient facilement par l'action de l'acétylacétone sur une solution d'acétate de glucinium. Le corps cristallisé qui se précipite est très peu soluble dans l'alcool et donne par évaporation de beaux cristaux orthorhombiques tout à fait différents du composé aluminique, qui est en lamelles hexagonales clinorhombiques. L'acétylacétonate de glucinium est volatil et bout sans décomposition à 270°, sans aucune décomposition.

Il a été facile d'en prendre la densité de vapeur, et les expériences faites l'une à la température d'ébullition de la diphénylamine, l'autre à celle du mercure, ont donné les nombres 7,26 et 7,12 La formule $Gl(C^5H^7O)^2$ exige 7,16.

Il résulte de là que le glucinium est bivalent et que son poids atomique est 9.

Ce n'est pas seulement par la détermination de la densité de leurs vapeurs que les composés métalliques de l'acétylacétone peuvent servir à la fixation de la valence des métaux qu'ils renferment.

Les poids moléculaires peuvent aussi être déterminés par la méthode cryoscopique de M. Raoult, qui sera seule à pouvoir être appliquée dans les cas assez fréquents où ces composés ne sont pas volatils sans décomposition.

M. G. Urbain, encouragé par A. Combes, a appliqué cette méthode au thorium, métal qui, lui aussi, fournit un très bel acétylacétonate, et a trouvé des nombres d'accord avec la quadrivalence de cet élément.

La beauté des composés donnés par un grand nombre de métaux, en

particulier de métaux des terres rares, permet de compter sur l'acétylacétone comme sur un réactif qui permettra de réaliser des séparations entre ces métaux, alors que les méthodes habituelles sont d'une extrême lenteur ou tout à fait insuffisantes.

Action du chlore sur l'acétylacétone. — Lorsqu'on fait agir le chlore sur l'acétylacétone, on obtient un dérivé monochloré, dont la formule est $CH^3.CO.CH^2.CO.CH^2Cl$. Si l'on pousse la chloruration aussi loin que possible, en exposant l'appareil au soleil, on finit par transformer l'acétylacétone en un dérivé hexachloré $CCl^3.CO.CH^2.CO.Cl^3$: les deux atomes d'hydrogène du groupe CH^2 ne sont pas touchés, pas plus que ne l'est l'atome d'hydrogène du groupe CO^2H quand on chlore un acide.

L'exactitude de la formule attribuée au dérivé hexachloré résulte du dédoublement de celui-ci par la potasse, qui le transforme en trichloracétone et trichloracélate de potassium.

Par contre, si, au lieu de chlore, on emploie comme agent chlorurant le chlorure de sulfuryle, ainsi que l'ont fait pour l'éther acétylacétique MM. Genvresse et Allihn, c'est un atome d'hydrogène du groupe CH^2 que l'on remplace par un atome de chlore et l'on obtient le dérivé $CH^3.CO.CH.Cl.CO.CH^3$. Celui-ci est mélangé d'une certaine quantité du corps $CH^3.CO.CCl^2.CO.CH^3$, qu'il est d'ailleurs facile d'en séparer. En effet, ce dernier ne renferme plus d'hydrogène remplaçable par un métal et ne peut pas donner de dérivé cuprique au contact de l'acétate de cuivre. Le dérivé monochloré, au contraire, fournit un beau composé vert pâle, qu'il suffit de laver à l'eau et à l'alcool, puis de traiter par l'acide sulfurique étendu, en reprenant ensuite par l'éther. On isole ainsi un composé qui a bien la formule indiquée ci-dessus; et, traité à son tour par le chlorure de sulfuryle, il donne un composé bichloré ne fournissant aucun dérivé métallique avec l'acétate de cuivre.

Le dérivé monochloré, lorsqu'on le traite par l'acétate de potassium, en solution alcoolique, fournit un éther acétique $C^5H^8O^3$, qui est celui de l'acétol $CH^3.CO.CH^2OH$. Dans cette réaction, l'acétylacétone a été dédoublée et a donné, en même temps que le corps précédent, de l'acétate d'éthyle On peut éviter ce dédoublement et obtenir le dérivé direct de l'acétylacétone monochlorée en se servant d'acide acétique comme dissolvant au lieu d'alcool.

Lorsqu'on traite le produit par l'acétate de cuivre, on voit se former de jolis cristaux d'un vert foncé, qui ne sont autre chose que le dérivé cuprique de l'éther acétique du diacétylcarbinol.

L'éther lui-même peut être isolé par l'action de l'acide sulfurique étendu. Il est très réducteur et en même temps assez acide pour décomposer les carbonates.

Mais il n'a pas été possible d'en dériver l'alcool correspondant, dont les caractères auraient été fort intéressants à étudier : le diacétylcarbinol $(CH^3.CO)^2 = CH^2OH$ se décompose dans la saponification.

Hydrogénation de l'acétylacétone. — Étant deux fois acétone, l'acétylacétone doit pouvoir fixer deux fois 2 atomes d'hydrogène pour

donner un glycol. C'est en effet ce qui a lieu lorsqu'on fait agir sur elle l'hydrogène naissant en milieu acide; on obtient le pentane-diol-2.4-glycol amylique bisecondaire. Il se produit en même temps un alcool tétratomique ou plutôt un anhydride d'un tel alcool $C^{10}H^{18}O^3$, qui doit renfermer un anneau hexaméthylénique. L'alcool lui-même est à l'acétylacétone ce que la pinacone est à l'acétone.

Par l'action de l'acide iodhydrique sur l'acétylacétone, on obtient le pentane. En poussant la réaction moins loin, c'est à deux iodures qu'on donne naissance : l'iodopentane-2 et le diiodopentane.

Action de l'hydroxylamine et de la phénylhydrazine sur l'acétylacétone. — L'hydroxylamine réagit sur l'acétylacétone en donnant une monoxime bouillant à 149°,5 et une dioxime, ou plutôt l'anhydride de celle-ci fusible à 150°.

Avec la phénylhydrazine, il se produit une combinaison bouillant à 270° et renfermant une molécule de chacun des deux composants, avec élimination de deux molécules d'eau. Ce n'est autre chose qu'un diméthylphénylpyrazol $C^{11}H^{12}Az^2$.

Action du perchlorure de phosphore sur l'acétylacétone. — Si l'action de l'hydroxylamine montre l'égalité des deux groupes acétoniques CO contenus dans l'acétylacétone, il en est de même de celle du perchlorure de phosphore. Celle-ci se produit à froid avec élimination de deux molécules d'acide chlorhydrique; il reste, après traitement par la glace, un composé $C^5H^6Cl^2$, qui est un pentanediène dichloré susceptible de fixer 4 atomes de brome.

On sait que, lorsqu'on attaque l'acétone par le perchlorure de phosphore, en même temps que le méthylchloracétol, ou propane dichloré-2-2, il se produit une certaine quantité du chlore-2-propylène par une réaction tout à fait analogue à celle qui vient d'être indiquée pour l'acétylacétone.

Par l'action de la potasse alcoolique à 100°, on obtient un composé C^7H^{10}, qui a les propriétés des carbures acétyléniques et qui renferme, outre le groupe $-C\equiv CH$, caractéristique de la fonction acétylénique, un groupe $-OC^2H^5$ s'étant substitué à un atome de chlore. C'est donc le corps $CH\equiv C-CH^2-C(OC^2H^5)=CH^2$.

En même temps, il se forme une petite quantité d'un liquide contenu dans les parties qui ont passé à la distillation avant 100°, qui donne avec le nitrate d'argent ammoniacal des paillettes nacrées d'un jaune d'or et qui est évidemment le carbure biacétylénique $CH\equiv C-CH^2-C\equiv CH$, le pentanediine.

Action du chlorure d'aluminium sur le chlorure de butyryle. — Le chlorure d'acétyle n'est pas seul, parmi les chlorures d'acides, à réagir sur le chlorure d'aluminium en donnant des dérivés intéressants plus complexes. Celui de butyryle se comporte comme le chlorure d'acétyle et fournit un composé organométallique, que l'eau détruit en donnant un corps solide fondant à 107°, bouillant dans le vide à 210°, et renfermant $C^{12}H^{18}O^3$. Ce n'est autre chose qu'une triéthylphloroglucine, qui se dédouble par l'action de la potasse en butyrone, acide butyrique et anhydride carbonique. Ce mode de dé-

composition même montre sa parenté avec la phloroglucine, car celle-ci, traitée de même, fournit, par un dédoublement tout à fait semblable, de l'acétone, de l'acide acétique et de l'anhydride carbonique. On a donc, dans cette réaction, un moyen extrêmement simple et élégant de passer de la série grasse à la série aromatique ou du moins à la série cyclique.

Les premiers résultats de cette série de recherches ont été présentés à la Faculté des Sciences en 1887, comme thèse de doctorat ès sciences, et insérés dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

Ce rapide résumé suffit pour faire voir toute la fécondité de la réaction découverte par A. Combes et en même temps l'habileté, la sûreté et l'étendue d'esprit avec lesquelles il en a tiré les principales conséquences.

Si loin qu'il ait poussé l'accomplissement de cette tâche qui s'offrait à lui, il ne pouvait l'achever seul. Quelques parties en ont été poursuivies avec la collaboration de son frère, Charles Combes, professeur à l'Ecole municipale de Physique et de Chimie, à qui il était uni par les liens de la plus vive affection et d'une intimité rare même entre frères. Ils étudièrent ensemble l'action de l'ammoniaque sur l'acétylacétone et reconnurent qu'il se forme tout d'abord un composé solide instable d'addition, par l'union d'une molécule d'ammoniaque à une molécule d'acétylacétone. Puis, par perte d'une molécule d'eau, il se produit un corps C^5H^9AzO, fondant à 40° et bouillant à 215°, l'acétylacétonamine. Il donne des dérivés métalliques comme l'acétylacétone elle-même. Il est d'ailleurs instable en solution aqueuse, surtout en présence d'un acide et régénère facilement l'acétylacétone et l'ammoniaque.

Lorsqu'on traite l'acétylacétonamine dissoute dans l'alcool absolu par un mélange de chlorhydrate d'hydroxylamine sec et d'acétate de potassium fondu, on obtient, avec dégagement d'ammoniaque, du diméthyloxazol et de la dioxime de l'acétylacétone.

Pour établir la constitution de l'acétylacétonamine, A. et C. Combes ont fait réagir sur l'acétylacétone diverses amines grasses.

Avec l'éthylamine, il y a, comme avec l'ammoniaque, formation d'un produit d'addition solide, qui se déshydrate quand on le chauffe et fournit une éthylacétonamine bouillant à 210-215°.

Avec la diacétyléthylamine, on obtient de même un composé bouillant à 155-156° sous 24 millimètres de pression, qui est une diéthylamino-2 pentène-2 one 4.

Enfin, avec la triméthylamine, on constate qu'il ne se produit aucune réaction à 120° après plusieurs heures. Pour que les amines réagissent sur l'acétylacétone, il faut donc qu'elles soient primaires ou secondaires.

Avec la méthylacétylacétone et l'ammoniaque, on a de même réaction et formation d'un composé $C^6H^{11}AzO$, cristallisé, fondant à 105°.

La diméthylacétylacétone, préparée par l'action de l'iodure de méthyle sur la méthylacétylacétone sodée, résiste au contraire à l'action de l'ammoniaque.

De ces faits et de la formation facile avec la méthylacétylacétonamine d'un dérivé métallique par l'action de l'acétate de cuivre, A. et C. Combes concluent à l'existence de deux formes tautomériques de l'acétylacétone, ou plutôt de dérivés répondant aux deux formes amine et imine, dans les premiers se plaçant la diéthylamino-acétylacétone, et dans les seconds l'aminométhylacétylacétone.

Quand il s'agit d'amines aromatiques, les deux atomes d'hydrogène éliminés à l'état d'eau avec l'oxygène de l'acétone sont empruntés tous deux à l'amine. L'aniline en effet réagit facilement, comme on l'a vu plus haut. La méthylaniline ne réagit pas même quand elle est portée pendant plusieurs heures à 150° mélangée à l'acétylacétone.

L'iodure de méthyle réagit sur l'acétylacétonamine en donnant de la méthylacétylacétone et de l'iodure d'ammonium. Il se produit en même temps une série de bases hydropyridiques difficiles à séparer.

L'acétylacétonamine, chauffée en tubes scellés pendant quelques heures à 220°, fournit une base cristallisée $C^{15}H^{18}Az^2$ fondant à 85°. Elle s'est formée avec élimination de trois molécules d'eau et d'une d'ammoniaque, pour trois molécules d'acétylacétonamine. Il se produit en même temps d'autres bases encore oxygénées, qui paraissent être des termes de passage entre celle-ci et l'acétylacétonamine.

Revenant sur la question des diamines, déjà touchée par A. Combes, les deux frères ont étudié l'action sur l'acétylacétone de l'éthylène-diamine, de la guanidine et de l'urée d'une part, du diamino-méthylbenzène (1. 2. 4), de la métaphénylène-diamine et de la benzidine de l'autre.

L'éthylène-diamine donne, comme nous l'avons vu, un composé renfermant, pour une molécule d'amine, deux d'acétylacétone.

Quant à l'urée, il faut en employer deux molécules pour une d'acétylacétone. Lorsqu'on chauffe le mélange à la température du bain-marie, on obtient de jolis cristaux transparents renfermant



$$CH^3.C(AzCOAzH^2)CH^2.C(AzCOAzH^2)CM^3.$$

M. Evans a montré que, par l'action de l'acide sulfurique, on peut fermer la chaîne avec formation d'une oxypyrimidine.

Avec la guanidine, la réaction se passe à molécules égales et on obtient une amine, la 2-diméthyl-4. 6-pyrimidine ou γ-diazine.

On voit qu'il y a des différences notables dans la manière de réagir des diverses diamines grasses qui conduisent soit à des corps en chaînes ouvertes, soit à des noyaux cycliques azotés.

Action de la phénylhydrazine sur l'anhydride camphorique. — En collaboration avec M. C. Friedel, A. Combes a étudié l'action de la phénylhydrazine sur l'anhydride camphorique et sur les divers éthers camphoriques. Avec l'anhydride, on obtient un composé $C^{16}H^{20}Az^2O^2$ fusible à 119°. Ce même corps prend naissance dans l'action du même réactif sur l'éther camphorique acide provenant de l'éthérification directe de l'acide. Au contraire, l'éther acide provenant de la saponification par la potasse du camphorate diéthylique ne donne lieu à aucune réaction. Le camphorate diéthylique lui-même ne réagit

pas sur la phénylhydrazine. C'est encore là, comme l'existence même des différences de propriétés des deux éthers camphoriques acides, un fait qu'il semble difficile de concilier avec les formules qui admettent dans l'acide camphorique l'existence de deux groupes carbonyle.

Synthèse des bases du groupe du pyrazol. — A. Combes s'est aussi occupé avec M. Friedel d'étudier une méthode qui fournit facilement une série de bases du groupe du pyrazol. Il suffit de chauffer en tube scellé à 170-180°, en présence d'un grand excès d'anhydride acétique, les hydrazones des aldéhydes ou des acétones. Avec celle de l'acétone ordinaire, on obtient le diméthylphénylpyrazol bouillant à 270°. Il se produit en même temps de la diméthylphénylpyrazoline.

Les auteurs ont préparé aussi la diacétylphénylhydrazine et son dérivé méthylé, qui bout à 193-195° dans le vide.

Avec la diacétylphénylhydrazine, ils ont obtenu, par la même méthode qu'avec les hydrazones, un produit de condensation $C^{18}H^{18}Az^4O$ fusible à 190-191°, que la potasse alcoolique ou la distillation sur la poudre de zinc transforment en un produit fusible à 143,5 et renfermant $C^{11}H^{10}Az^2$.

Alcool hexylique secondaire. — A. Combes s'est associé à M. A. Le Bel pour étudier l'alcool secondaire dérivé de la mannite. Erlenmeyer a montré que l'action de l'acide iodhydrique sur la mannite transforme celle-ci en un iodure secondaire susceptible de fournir un alcool correspondant.

A. Combes et Le Bel ont préparé cet alcool en se servant de l'acétate d'argent et soumis l'alcool obtenu à l'action des moisissures ; après avoir regagné l'alcool restant, ils ont trouvé qu'il déviait le plan de polarisation à droite de 1° 20′ pour 22 centimètres. Ils ont donc bien obtenu un alcool ayant le pouvoir rotatoire, comme ils s'y attendaient; mais le pouvoir était en sens inverse de celui que l'on pouvait prévoir d'après les expériences de M. Le Bel sur le pentanol-2 et le butanol-2, qui donnent tous deux des alcools déviant à gauche. Il semblait donc probable que la constitution de l'alcool secondaire de la mannite devait être différente de celle qu'on lui attribuait et qu'au lieu de l'hexanol-2, il devait être l'hexanol-3. En effet, A. Combes et Le Bel, ayant préparé l'hexanol-2 en partant de la propylacétonylacétone qui se dédouble en acide acétique et en méthylbutylcétone, et en hydrogénant l'acétone ainsi formée, ont obtenu un alcool qui laissait, après action des moisissures, un produit lévogyre. Ils ont pu vérifier d'ailleurs que l'éthylpropylcétone obtenue par distillation d'un mélange de butyrate et de propionate de calcium, étant hydrogénée, fournit un alcool secondaire, l'hexanol-3, qui, par l'action des moisissures, donne un résidu dextrogyre, comme le produit de la mannite.

Il résulte de là que l'alcool secondaire dérivé de la mannite est formé principalement d'hexanol-3, et non d'hexanol-2, comme on l'avait cru.

On voit par ce rapide résumé combien ont été nombreux et importants les travaux faits par A. Combes dans sa trop courte carrière, et combien ils sont riches en conséquences qui se développent encore journellement. Ils témoignent d'une grande sûreté de jugement, en même temps que de toute l'habileté d'un chimiste consommé.

A. Combes ne s'est d'ailleurs pas borné à ces travaux de laboratoire, ni aux conseils qu'il donnait libéralement aux élèves du Laboratoire de Chimie organique, qui ont tous gardé de lui un souvenir affectueux et reconnaissant.

Il a été un membre très actif de la Société Chimique. En 1888, il fit devant elle une conférence sur les diacétones, dans laquelle il résuma les principaux résultats obtenus par lui jusque-là dans l'étude de l'acétylacétone. Cette leçon a été imprimée dans le volume de 1887-1888 des Conférences de la Société. La plupart de ses travaux ont été publiés dans le *Bulletin* de la Société.

Nommé Vice-président en janvier 1891, il fut élu Président en janvier 1893.

Il fut également membre du Conseil de la Société de Physique.

En 1889 l'Académie des Sciences récompensa ses premiers travaux en lui accordant la moitié du prix Jecker, l'autre moitié étant partagée entre MM. Engel et Verneuil.

Lorsque, après l'Exposition universelle de 1889, il fut créé une Commission internationale pour la réforme de la nomenclature chimique, il fut appelé à en faire partie et joua un rôle très utile et très actif dans la sous-commission parisienne, chargée d'élaborer un projet de résolutions qui fut présenté au Congrès tenu à Genève à Pâques en 1892.

A. Combes prit aussi une part active aux délibérations du Congrès et dans les paroles émues par lesquelles en novembre dernier M. E. Fischer, président de la Société Chimique allemande, faisait part à cette Société de la perte que la science venait d'éprouver en la personne d'A. Combes, après avoir rappelé ses travaux, il faisait ressortir le rôle qu'il avait joué à Genève et le souvenir charmant des relations des membres du Congrès avec le jeune savant.

Après le Congrès, la tâche était loin d'être terminée; A. Combes s'attacha à faire connaître les résolutions prises en les commentant dans un article paru dans le Supplément du *Dictionnaire de Chimie*. Puis, comme il restait encore beaucoup de difficultés de détail dont il fallait préparer la solution en vue d'un Congrès ultérieur, sans parler des discussions partielles qui eurent lieu à divers congrès de l'Association française pour l'Avancement des sciences, et auxquelles il prit part, à Pau, à Besançon, à Bordeaux, il continua à étudier avec quelques-uns des membres de la sous-commission parisienne les diverses questions qui se posaient. Le travail venait d'être terminé en ce qui concerne la série grasse, et Combes en avait rédigé la plus grande partie, quand une mort subite vint l'enlever à sa tâche et priver la Commission internationale, et surtout la sous-commission parisienne, d'un de ses membres les plus actifs et les plus utiles, au

jugement le plus sûr, à l'érudition la plus complète, à la bonne votonté toujours prête.

A. Combes avait été chargé par le Ministère de l'Instruction publique de rédiger la partie chimique et minéralogique de la *Revue des Travaux scientifiques* publiée par le Comité des Travaux historiques et scientifiques.

Comme on sait, cette Revue donne les résumés des travaux scientifiques exécutés en France, et l'on peut trouver dans les Notices faites par Combes un compte rendu complet, quoique très concis, de ce qui a été produit dans l'ordre des sciences chimiques et minéralogiques depuis 1882.

Toute cette activité n'absorbait pas assez A. Combes pour qu'il ne trouvât moyen de donner une partie de son temps à la musique, pour laquelle il avait un goût passionné. Il était enthousiaste des œuvres de Wagner et fit à plusieurs reprises le voyage de Bayreuth pour les entendre dans les conditions voulues par le Maître. Il avait d'ailleurs beaucoup d'amis parmi les musiciens les plus distingués, qui le considéraient comme un excellent juge.

A côté de ces occupations extérieures, il savait encore faire une large part, dans sa vie, à sa famille, et s'occupait de ses jeunes enfants avec une tendresse profonde, faisant ainsi passer dans leur âme quelque chose de cette tendresse et ayant réussi déjà à communiquer aux plus grands ce respect de la vie, même sous ses formes les plus humbles, qui était un des traits caractéristiques de sa nature. Lui qui se dérangeait de son chemin pour mettre à l'abri du danger un ver ou une mouche, il ne restreignait d'ailleurs pas sa sollicitude aux animaux, comme il arrive parfois. Toutes les misères humaines le trouvaient compatissant et prêt à intervenir. Il s'intéressa, entre autres, pendant bien des années, à un vieux savant étranger, aux idées bizarres, qu'il avait vu quelquefois au laboratoire de Wurtz. Après s'être ingénié de mille manières à lui donner, avec quelques ressources, l'illusion d'un travail utile, il eut de véritables inquiétudes pendant une fugue prolongée de son protégé et ne se tint pour satisfait que quand il l'eut retrouvé et eut pu reprendre vis-à-vis de lui son œuvre de délicate charité.

Ce sont là des détails intimes, connus de ceux-là seuls qui y ont été mêlés par hasard, mais que je ne crains pas de placer ici, parce qu'ils complètent la figure de l'homme et montrent que le charme qu'il répandait autour de lui n'était pas seulement quelque chose d'extérieur, mais l'émanation d'une bonté profonde et d'un cœur aimant.

Tel fut celui qu'une mort impitoyable et soudaine vint enlever brusquement, au plus beau moment de la vie; alors que, les premières difficultés et incertitudes de la carrière étant vaincues, il n'avait plus qu'à persister dans la voie laborieusement frayée pour obtenir successivement toutes les récompenses dues au travail et au talent.

Aussi l'émotion fut-elle profonde et universelle quand se répandit la fatale nouvelle; et si sa mort a provoqué de tels sentiments de regret et de douleur chez ceux qui l'avaient à peine connu, quels ont

pu être ceux de sa jeune femme tendrement aimée qui semblait n'avoir au monde que lui, de sa mère déjà si durement éprouvée, de son frère dont il paraissait inséparable, de tous les siens!

Au moins le coup subit qui l'a enlevé, d'autant plus douloureux pour les siens qu'il était moins attendu, lui a-t-il épargné les angoisses qu'il aurait éprouvées s'il avait pu se rendre compte, même un instant, de l'abandon dans lequel il allait laisser ceux qu'il aimait tant, et de la douleur profonde qui allait accabler ceux qui avaient vécu jusque-là si heureux auprès de lui.

Liste des travaux et publications d'A. Combes.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

Sur le prétendu composé AzH^2 (**94**, 1717 [1882]).
Sur une base dérivée de l'aldéhyde crotonique (**96**, 1862 [1883]).
Action des aldéhydes chlorées sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium (**98**, 678 [1884]).
Nouvelle réaction du chlorure d'aluminium; synthèses dans la série grasse (**103**, 814 [1886]).
Nouvelles synthèses dans la série grasse avec le chlorure d'aluminium (**104**, 855 [1887]).
Homologues de l'acétylacétone; nouvelle méthode générale de préparation des acétones grasses (*ibid.*, 920).
Dérivés métalliques de l'acétylacétone (**105**, 866 [1888]).
Sur les synthèses dans la série de la quinoléine au moyen de l'acétylacétone et de ses dérivés (**106**, 142 [1888]).
Sur deux naphtoquinoléines isomériques (*ibid.*, 1536).
Sur la valence de l'aluminium (**108**, 405 [1889]).
Sur l'action des diamines sur les diacétones (*ibid.*, 1252).
Sur quelques dérivés de l'acétylacétone (**111**, 272 [1890]).
Sur l'éther acétique du diacétylcarbinol (*ibid.*, 421).
Synthèse de dérivés hexaméthyléniques; triéthylphloroglucine (**118**, 1336 [1894]).
Sur la valence du glucinium et la formule de la glucine (**119**, 1221 [1894]).

Bulletin de la Société Chimique, 2e série.

Action de l'ammoniaque sur l'aldéhyde crotonique (**48**, 97).
Action des aldéhydes chlorées sur la benzine (**41**, 381).
Action du chlorure d'aluminium sur le chloral seul ou en présence de la benzine (**45**, 226).
Action du chlorure d'aluminium sur le chlorure d'acétyle (**47**, 146).
Action de l'hydroxylamine sur l'acétylacétone (**47**, 371).
Préparation de l'éther acétylacétylacétique et produits de dédoublement de ce corps (**47**, 658).

Hydrogénation de l'acétylacétone en milieu acide (**48**, 81).
Nouvelle réaction du chlorure d'aluminium ; synthèses dans la série grasse (**48**, 465).
Dérivés de l'acétylacétone ; synthèses d'alcools polyatomiques (**48**, 474).
Homologues de l'acétylacétone ; méthodes générales pour la préparation d'une série de diacétones, des acétones simples et de leurs dérivés (**48**, 611).
Nouvelles synthèses dans la série grasse au moyen du chlorure d'aluminium (**48**, 615).
Dérivés métalliques de l'acétylacétone (**48**, 673).
Synthèses dans la série quinoléique au moyen de l'acétylacétone et de ses dérivés (**49**, 66 et 89).
Dérivés de l'acétylacétone (**49**, 242).
Action de $ZnCl^2$ sur le chlorure d'acétyle (**49**, 578).
Chaleur de formation des acétylacétonates en partant de l'acétylacétone (**49**, 897 et 910).
Acétylacétylacétone (**50**, 82).
Action de l'hydroxylamine et de la phénylhydrazine sur l'acétylacétone (**50**, 145).
Action des diamines sur les diacétones du type de l'acétylacétone (**50**, 547).

Bulletin, 3e série.

Sur la trivalence de l'aluminium et sur un nouveau composé de ce métal (**1**, 337 et 395).
Action des diamines sur la diacétone (**2**, 3).
Réaction des diamines sur l'acétylacétone (**3**, 322).
De l'acétylacétone monochlorée (*ibid.*, 401).
Action des filtres en porcelaine sur le corps à poids moléculaire élevé (**7**, 243).
Sur la préparation des amidoquinoléines (**9**, 295).
Sur quelques points de stéréochimie ; observations au sujet d'un mémoire de M. Boursault (**11**, 201).
Sur quelques points de stéréochimie (*ibid.*, 436).
Synthèse des dérivés hexaméthyléniques, triéthylcyclohexane-trione (*ibid.*, 59 et 710).
Recherches sur la formule de la glucine (**13**, 3).

Annales de Chimie et de Physique.

Nouvelle réaction du chlorure d'aluminium. Synthèses dans la série grasse (6e série, **12**, 199).

Dictionnaire de Chimie pure et appliquée, 2e Supplément.

Articles : Acétylacétone, acétylacétique (acide), acétone, acétonylacétone, chimique (nomenclature), collidines, dicétone, etc.

Conférences faites à la Société Chimique de Paris [1887, 1888].

Synthèses dans la série grasse au moyen du chlorure d'aluminium.

Association française pour l'avancement des sciences

Congrès de Marseille [1891].

En collaboration avec M. A. Le Bel :

Constitution de l'alcool hexylique dérivé de la mannite (191).

Congrès de Pau [1892].

En collaboration avec M. C. Friedel :

Action de la phénylhydrazine sur l'anhydride camphorique et sur les éthers camphoriques (187).
Discussion du projet de nomenclature proposé par A. Combes (189).

Congrès de Besançon [1893].

Discussions sur la nomenclature.

Congrès de Bordeaux [1895].

Sur les tensions de vapeur des solutions de soufre (237).

Bulletin de la Société Chimique, 2e série.

En collaboration avec M. Ch. Combes :

Action du gaz ammoniac sur les diacétones (**49**, 577).

Bulletin, 3e série.

Action de l'acétylacétone sur l'aldéhydate d'ammoniaque (**1**, 2).
Synthèses de bases hydropyridiques (**1**, 14).
Action de l'ammoniaque et des amines de la série grasse sur l'acétylacétone (**7**, 759 et 778).
Action des diamines sur l'acétylacétone (**96**, 788).

En collaboration avec MM. C. Friedel et C. Combes :

Bulletin, 3e série.

Électrolyse de l'acide tartrique (**3**, 52 et 770).

En collaboration avec M. C. Friedel :

Bulletin, 3e série.

Action de la phénylhydrazine sur l'anhydride camphorique et les éthers camphoriques (**9**, 5 et 27).
Nouveau procédé de synthèse des bases du groupe du pyrazol (**11**, 116).

En collaboration avec M. A. Le Bel :

Bulletin, 3e série.

Action des moisissures sur le méthylbutylcarbinol et sur l'alcool secondaire dérivés de la mannite (**6**, 898).
Sur l'alcool hexylique secondaire de la mannite (**7**, 551).
Action des moisissures sur l'éthylpropylcarbinol (*ibid.*, 83).

(2) Les oxydases,

par M. Gabriel Bertrand.

Depuis la première publication que j'ai faite de l'existence de ferments solubles oxydants, ou *oxydases*, chez les êtres organisés, il a paru bon nombre de recherches qui ont affirmé l'exactitude de ce fait, l'ont étendu ou en ont fait ressortir les applications.

En même temps, comme il arrive dans bien des circonstances analogues, j'ai pu retrouver plusieurs observations antérieures aux miennes, qui, à l'époque de leur publication, n'avaient pu être rapprochées les unes des autres, parce qu'on n'en connaissait pas la signification, mais qu'il est aujourd'hui facile de rattacher à notre sujet.

Les unes et les autres sont réunies dans cet article, qui est un résumé succinct, mais aussi complet que possible, de la question des *oxydases*.

HISTORIQUE.

Divers auteurs avaient observé anciennement la coloration bleue de la résine de gaïac quand on l'expose à la lumière (Wollaston, Biot), au contact de la gomme arabique (Gœttling, Boullay), de plusieurs matières albuminoïdes (Boullay, van Brook, Taddey et Brugnatelli), de quelques racines fraîches (Planche), du sulfate de cuivre additionné d'acide cyanhydrique (Pagenstecher), de certains réactifs (Lebreton, Regimbeau, Lodibert, Schiff), etc., mais sans reconnaître les causes de cette curieuse réaction, lorsque Schönbein remarqua le bleuissement énergique de cette résine sous l'influence de l'ozone. Il imagina dès lors que la production du phénomène était dû à la combinaison des deux substances, et, pour lui, la coloration bleue de la résine de gaïac devint, dans tous les cas, corrélative d'une formation d'ozone.

C'est en s'appuyant sur cette considération, fausse d'ailleurs, que Schönbein[1] attribua au suc frais de certains végétaux qui bleuissent la teinture de gaïac (scorsonère, laitue, pissenlit) une action catalytique particulière, grâce à laquelle ils décomposeraient l'oxygène ordinaire en un mélange d'antozone et d'ozone. Cette action est très fugace; elle disparaît lorsque les sucs sont soumis à l'ébullition (Planche) ou exposés au soleil.

En 1872, Struve[2] indiqua à son tour, mais sans en donner la cause, la transformation lente du pyrogallol en purpurogalline sous l'influence de la gomme arabique et de quelques substances, salive, sang, pus, etc., qui coloraient en bleu la résine de gaïac.

Ses indications furent utilisées en 1882 par MM. de Clermont et Chautard[3], qui obtinrent d'assez grandes quantités de purpurogalline en

1. *Journ. für praktische Chemie*, **105**, 198 (1868).
2. *Annalen der Chemie und Pharm.*, **163**, 160 (1872).
3. *Comptes rendus*, **94**, 1254 (1882).

abandonnant à l'air, pendant deux mois, une solution de pyrogallol contenant 10 pour 100 de gomme arabique. Ces savants ne purent expliquer le rôle de la gomme, mais, en tout cas, ils repoussèrent l'idée qu'elle agissait comme un ferment soluble.

Ainsi, malgré toutes ces observations, en dépit même des nombreuses hypothèses qui avaient été émises pour expliquer le mécanisme des combustions respiratoires, et dont l'une, due à Traube[1], admettait un ferment oxydant, on n'avait fait, jusqu'à ces dernières années, aucune tentative fructueuse pour préparer une substance voisine des diastases, mais produisant des oxydations.

Un chimiste japonais, Hikorokuro Yoshida[2], fut cependant bien près d'y arriver. Dans une intéressante communication de la Société chimique de Tokio, parue en 1883, il reconnut que le noircissement à l'air de la laque japonaise ou *urushi* (suc laiteux du *Rhus vernicifera* DC.) était provoquée par un ferment soluble; il sépara ce dernier, et, d'après quelques expériences sur la laque, se crut en droit d''admettre son rôle oxydant. Il n'avait pas pensé que le phénomène pouvait s'expliquer aussi bien par l'intervention d'une diastase ordinaire, que le noircissement était peut-être dû au dédoublement d'un corps qui doit d'abord s'oxyder pour devenir attaquable par la diastase, ou même, plus simplement, à l'évaporation ou à l'oxydation d'une substance qui gênait l'action diastasique. Faute de cette critique, les expériences qu'il a faites pour justifier son hypothèse sont incomplètes et n'entraînent pas la conviction. On voit même dans son mémoire que le latex se conserve dans l'oxygène sec, alors qu'il opère sa transformation en un jour et demi à deux jours dans l'hydrogène, l'azote et l'acide carbonique humides.

Yoshida a bien observé, d'autre part, que la matière sèche de la laque noire était plus oxygénée que celle du latex; mais cela n'exclut pas l'idée d'un dédoublement hydrolytique, puisque, l'eau contenant 88,88 pour 100 d'oxygène, l'hydrolyse correspond à l'apport d'une combinaison plus oxygénée que n'importe quelle substance organique.

En 1892, Jacquet[3] serra de plus près la question. Complétant des expériences de Schmiedeberg, il montra que du poumon, du rein, du muscle de cheval, oxydent l'alcool benzylique et l'aldéhyde salicylique, même quand ils ont été congelés, réduits en bouillie ou traités par l'eau phéniquée à 2 pour 100, tandis qu'ils cessent d'agir après cuisson dans l'eau bouillante. Ces réactions ne dépendent pas uniquement de la présence de cellules, car l'extrait aqueux des mêmes tissus transforme aussi l'aldéhyde salicylique. Mais, dans cette dernière expérience, Jacquet a obtenu si peu de produit (0 gr. 036 d'acide salicylique correspondant à 0 gr. 004 d'oxygène), qu'on peut se demander s'il avait bien affaire à un ferment soluble ou seulement à un corps suroxydé, existant en quantité finie dans l'extrait aqueux. C'est

1. *Theorie der Fermentwirkungen*, Berlin (1858).
2. *Journal of the chemical Society*, **43**, 472 (1883).
3. *Mémoires de la Société de Biologie*, 9e série, **41**, 56 (1892).

un point qu'il est d'autant plus difficile d'éclaircir, que Jacquet n'a pas fait d'expérience de contrôle en l'absence d'oxygène, ni constaté dans les autres qu'il y avait absorption de cet élément.

Enfin, en 1893, Lindet[1], ayant entrepris des recherches sur la coloration du cidre, reconnut que les circonstances dans lesquelles se fait l'oxydation du tannin des pommes correspondent aux conditions d'existence d'un ferment soluble. Il fut tenté de croire à la présence d'un ferment oxydant; mais, ne pouvant terminer ses premières recherches à cause de la saison avancée, il se contenta de les publier dans une revue spéciale, *le Cidre*, en attendant des circonstances plus favorables.

C'est cette même année que j'étudiai le latex de l'arbre à laque du Tonkin. Extrait du *Rhus succedanea* Linné fils, c'est-à-dire d'une espèce voisine de l'arbre à laque du Japon, il donne à l'analyse immédiate des résultats analogues à ceux que Hikorokuro Yoshida avait obtenus avec l'urushi. Une différence est cependant à noter : tandis que la laque annamite fournit, comme ferment soluble, un corps voisin des gommes et presque sans azote, la laque japonaise donne une substance se rapprochant beaucoup des matières albuminoïdes.

On va voir à présent comment j'ai pu établir avec certitude le rôle du nouveau ferment (laccase), étendre, et d'autres avec moi, l'existence de ce corps ou de corps analogues (oxydases) à la généralité des êtres vivants, enfin quelles sont les applications dont cette récente étude a déjà été l'objet.

LA LACCASE.

Préparation. — C'est du latex de l'arbre à laque qu'il est le plus facile d'obtenir un ferment actif et de bonne conservation.

A l'état de pureté, ce latex ressemble à de la crème épaisse; mais, dès qu'on l'expose à l'air, il commence à brunir et, en un temps assez court, se recouvre d'une pellicule résistante, d'un noir intense, qui protège le reste du latex.

Pour en extraire la laccase, on le mélange avec 5 à 6 fois son poids d'alcool : le ferment, insoluble dans l'alcool fort, se précipite, et toute transformation est aussitôt entravée. On verse le tout sur une toile fine et l'on obtient, d'une part, un liquide limpide, jaune-madère, d'où l'on pourra retirer le principe noircissant (laccol) et, de l'autre, un précipité volumineux contenant toute la laccase.

Le précipité est délayé dans l'alcool, à plusieurs reprises, en filtrant chaque fois, jusqu'à ce que le liquide de lavage cesse de se troubler par addition d'eau. On le reprend par l'eau froide; il se dissout, à l'exception d'un faible résidu noir (laccol oxydé au cours des manipulations, albumine insolubilisée, etc.) qu'on sépare par le filtre, et la liqueur est versée dans un grand excès d'alcool : la substance dissoute

1. *Le Cidre*, 1893, p. 150.

se précipite de nouveau ; on la recueille et on la dessèche dans le vide.
On peut aussi retirer la laccase d'autres sources que le latex, mais le produit est en général beaucoup moins actif. On prend, par exemple, du trèfle ou de la luzerne, en pleine période de végétation. On les réduit en pulpe, on presse, et le jus, saturé de chloroforme, est abandonné dans un flacon plein, à l'abri de la lumière. Il se coagule peu à peu et, après quelques heures, peut être aisément filtré. Le liquide est alors traité comme le latex[1].

Propriétés. — Extraite du latex de l'arbre à laque du Tonkin, la laccase se présente comme une substance blanche, friable, très soluble dans l'eau, soluble aussi dans la glycérine, mais non dans l'alcool. La solution est à peine acide.

Elle ne renferme que des traces d'azote, 0,41 pour 100, et ne diffère des gommes solubles qu'en ce que sa solution est beaucoup plus fluide. Ainsi, par chauffage avec l'acide chlorhydrique concentré, en présence d'orcine, elle donne une liqueur violette ; oxydée par l'acide azotique de densité 1,2, elle fournit 24 pour 100 d'acide mucique ; enfin, par hydrolyse, elle engendre un mélange de galactose et d'arabinose.

Voici la composition du produit que j'ai utilisé dans mes expériences sous le nom de *laccase* :

Humidité (à + 120°)	7,40	o/o
Gomme (arabane et galactane) . . .	86,77	—
Azote	0,41	—
Cendres (riches en manganèse) . .	5,58	—

La quantité d'azote correspond à 2,5 pour 100 de substances albuminoïdes et, si l'on admet, comme pour les autres ferments solubles, que la laccase vraie possède la composition élémentaire de ces substances, on voit que 0 gr. 1 du produit ci-dessus contient au plus 0 gr. 0025 de laccase, à supposer qu'il n'y ait pas d'autres matières azotées.

Ce produit n'agit ni sur l'amidon, ni sur la pectine, le saccharose, l'amygdaline, le myronate de potassium ou la fibrine. Celui qui provient du trèfle ou de la luzerne est au contraire un mélange de plusieurs ferments solubles.

Voici comment on peut démontrer le rôle oxydant de la laccase :

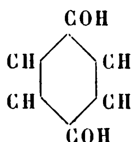
Dans un ballon à robinet, tenant le vide, on fait passer par aspiration une solution d'hydroquinone à 1 ou 2 pour 100 et l'on stérilise le tout à + 120°. Après refroidissement, on aspire un peu de solution de laccase, préparée aussi aseptiquement que possible, puis on laisse rentrer l'air, à travers une bourre de coton. Enfin, on ferme le robinet et l'on met le ballon en agitation continue à l'aide d'un moteur.

1. G. Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, (3), p. 717. — Voir aussi *Bull. Soc. Chim.*, (3), **13**, p. 1095 (1895), et pour la laccase des champignons, *Comptes rendus*, **128**, 166 ; *Bull. Soc. Chim.*, (3), **15**, 1218 (1896).

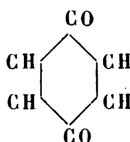
Le liquide se colore aussitôt en rose; il se fonce ensuite de plus en plus, puis tout à coup la sursaturation cesse et l'on voit apparaître des lamelles cristallines, d'un vert métallique, dont la quantité s'accroît rapidement. Après quelques heures, l'oxygène renfermé dans le ballon (30 à 40 cc^3) a presque complètement disparu, le liquide exhale une odeur forte et caractéristique, et l'on peut, après l'avoir séparé du précipité cristallin, en extraire de la quinone, par agitation avec de l'éther. Quant au précipité, c'est une combinaison équimoléculaire de quinone et d'hydroquinone. A des traces près, il n'y a pas d'autres corps.

En l'absence de laccase, ou avec une solution de laccase qui a été maintenue 5 minutes à + 100°, l'hydroquinone peut être agitée plusieurs jours à l'air sans absorber d'oxygène ni subir d'altération.

Il est donc hors de doute que *l'hydroquinone a été oxydée par l'oxygène gazeux sous l'influence de la laccase*. Cette oxydation n'a pu être accompagnée ni de dédoublement ni d'aucune autre transformation, car les rapports de l'hydroquinone et de la quinone sont représentés par les formules suivantes :



Hydroquinone.



Quinone.

et l'on ne peut passer de la première à la seconde que par une élimination des hydrogènes phénoliques, c'est-à-dire par une oxydation :



$$C^6H^6O^2 + O = C^6H^4O^2 + H^2O.$$

En outre, la laccase agit bien à la manière d'un ferment et non comme un réactif ordinaire de laboratoire; elle joue le rôle d'intermédiaire entre l'oxygène et l'hydroquinone, mais ne cède rien de sa substance au corps qu'elle attaque. L'expérience qui suit en est une seconde preuve :

Après avoir fait passer un courant d'air durant 30 heures dans

Hydroquinone.	3 gr.
Laccase (de la laque)	0 gr. 2
Eau	50 cc^3

il ne restait plus d'hydroquinone libre. Il s'était précipité 2 gr. 34 de quinhydrone et je pus extraire du liquide une certaine quantité de quinone, impossible à évaluer exactement à cause de la volatilité de ce corps, mais qui montrait bien ce qu'était devenu le reste de l'hydro-

quinone. Or (gomme comprise), d'après sa composition élémentaire, la laccase employée ne renfermerait que 95 milligrammes d'oxygène, tandis qu'il en fallait au moins 266 pour opérer la transformation constatée[1].

Le pouvoir oxydant de la laccase n'est pas limité à l'hydroquinone : il s'exerce encore sur d'autres substances, mais avec une intensité très différente.

D'après les nombreuses expériences que j'ai faites à ce sujet, il existe une certaine relation entre la constitution des corps organiques et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase. Ce sont les corps qui donnent le plus facilement des dérivés quinoniques qui sont les plus attaquables par la laccase ; au contraire, ceux qui n'en peuvent fournir résistent.

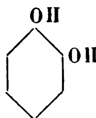
C'est dire que tous les corps attaquables appartiennent à la série aromatique. Les plus sensibles renferment dans leur noyau au moins deux des groupements OH ou AzH^2, situés, les uns par rapport aux autres, soit en position *ortho*, soit surtout en position *para*. Les isomères en *méta*, ou les composés analogues avec un seul OH ou un seul AzH^2, sont peu ou pas oxydables.

Ainsi, pour donner un exemple numérique, la pyrocatéchine et la résorcine, traitées comparativement avec l'hydroquinone, dans un ballon à robinet (1 gramme dans 100 d'eau, plus 0,1 de laccase), ont donné des absorptions d'oxygène de

32 cc^3,0, en 4 heures, avec l'hydroquinone

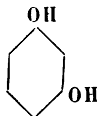


17 cc^3,4, en 4 heures, avec la pyrocatéchine



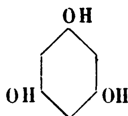
et seulement de

0 cc^3,6, en 15 heures, avec la résorcine,

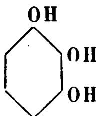


1. *Bull. Soc. Chim.*, (3), **13**, 361 (1895).

La phloroglucine



dont les trois oxhydryles phénoliques sont tous en *méta* les uns par rapport aux autres, ne s'oxyde pour ainsi dire pas, tandis que son isomère, le pyrogallol,



absorbe rapidement l'oxygène. Dans ce dernier cas, il se précipite une poudre sublimable en belles aiguilles rouge-orangé, identique à la purpurogalline qu'Aimé Gérard a obtenue le premier en oxydant le pyrogallol par le nitrate d'argent ou le permanganate de potassium. Seulement, par la laccase, le rendement est beaucoup plus élevé. La réaction est même très bonne pour rechercher le nouveau ferment. On se sert alors d'une solution de pyrogallol à 1 ou 2 pour 100; le précipité, recueilli et lavé, présente au microscope l'aspect de petites aiguilles réunies en boule, de couleur orangée, et se dissout en bleu dans l'ammoniaque.

Une autre réaction très précieuse est la couleur bleue que la laccase communique, par oxydation, à la résine de gaïac. Elle permet de se faire rapidement une idée de l'abondance du ferment oxydant dans les milieux organiques. Pour cela, on dissout dans l'alcool 2 ou 3 centièmes de résine de gaïac, ou mieux du principe particulier à ce produit que l'on a désigné sous le nom de *gaïacine* (Pelletier, Schmitt), puis on verse quelques gouttes de la solution dans le liquide — suc cellulaire ou macération aqueuse d'organe — sur lequel porte la recherche. Si ce liquide n'a pas été chauffé à l'ébullition, il suffit qu'il renferme des traces de laccase pour que l'émulsion résineuse, qui est blanche, se colore bientôt en bleu.

L'expérience réussit avec le suc cellulaire de presque tous les végétaux à chlorophylle[1], celui de la Cuscute et de la Monotrope, d'un grand nombre de Champignons[2], etc.

Cette réaction est si commode, qu'elle permet d'opérer directement sur un organe végétal quand celui-ci est peu coloré. Il suffit d'en imbiber la section fraîche avec la solution de gaïac : on voit apparaître une belle coloration bleue. C'est le cas de la Pomme de terre, du

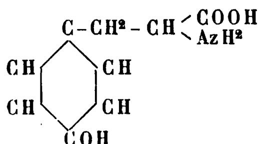
1. G. Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*,(3), **13**, 1095 (1895), et *Compt. rend.*, **121**, 166.
2. G. Bertrand et Bourquelot, *Comptes rendus*, **121**, 783.

rhizome de Balisier, de la racine de Betterave, de la tige d'Asperge, des pétales du Gardénia, de la Pomme, de la Poire, du Champignon de couche, etc.

LA TYROSINASE.

En étudiant la coloration rouge, puis noire, que prend le suc de certains végétaux (racine de Betterave, tubercule de Dahlia et de Pomme de terre, Russule noircissante, etc.), quand on l'expose à l'air, j'ai reconnu qu'elle était due à l'oxydation de la tyrosine sous l'influence d'un ferment soluble.

Or, si l'on compare la facilité de cette oxydation avec la formule de constitution de la tyrosine



et les remarques qui ont été faites plus haut sur l'oxydabilité des corps organiques par la laccase, il paraîtra peu vraisemblable qu'on ait affaire ici à ce ferment soluble. La tyrosine, en effet, ne rentre pas dans le groupe des corps nettement attaquables par la laccase : elle ne renferme qu'un seul oxhydryle phénolique, et, si elle possède en outre un groupement AzH^2, c'est dans sa chaîne latérale et non dans son noyau. L'expérience confirme cette supposition : la tyrosine résiste indéfiniment à l'oxygène gazeux, même en présence d'une forte quantité de laccase.

Il était logique, après cela, d'attribuer les colorations de la tyrosine à l'action d'un nouveau ferment. Les recherches que j'ai faites pour m'en assurer ont prouvé qu'il en est bien ainsi et j'ai donné au nouveau ferment le nom de *tyrosinase* [1].

Ce nouveau ferment est assez rare chez les plantes vertes, mais il existe chez un grand nombre de Champignons, surtout chez les Russules et la plupart des Lactaires. Il est délicat à isoler, parce qu'il est très altérable; la lumière directe du soleil, le contact de l'alcool, le détruisent facilement. Il est aussi beaucoup plus sensible que la laccase à l'action destructive de la chaleur. Malgré cela, il oxyde la tyrosine, ce que la laccase ne peut faire.

Ces deux ferments semblent d'ailleurs présenter entre eux une étroite relation. Je les ai étudiés dans plus de quarante espèces de champignons et, dans aucun cas, je n'ai trouvé la tyrosinase sans la

1. G. Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, (3), **15**, 793 (1896), et *Comptes rendus*, **122**, 1215 (1896).

laccase. Leur individualité est malgré cela bien établie, car, en partant du suc de *Russula delica* Fries, je les ai séparés l'un de l'autre[1].

LES OXYDASES ANIMALES.

Nos connaissances sur les oxydases d'origine animale sont moins précises.

On a vu, dans l'historique, quelles avaient été les expériences de Jacquet. Abelous et Biarnès les ont reprises et, il y a peu de temps, ils ont pu extraire du foie de cheval une substance soluble dans l'eau et précipitable par l'alcool qui, au contact de l'air, transforme l'aldéhyde salicylique en acide, avec absorption d'oxygène gazeux[2]. Cette substance est détruite quand on porte sa solution à 100 degrés; elle se rencontre, d'après des expériences moins directes des mêmes auteurs[3], et aussi de Röhmann et Spitzer[4], dans le sang et divers organes appartenant à plusieurs mammifères. Tout récemment, Piéri et Portier ont étendu cette présence des oxydases aux Mollusques acéphales[5].

J'ajouterai, sans autres commentaires, que Boullay[6] avait signalé la coloration en bleu de la résine de gaïac par l'albumine et la salive en 1809, que Planche[7] avait reconnu la même action au lait en 1820, enfin Struve[8] au sang et au pus en 1872. Ces expériences viennent d'être précisées par P. Carnot[9]; en opérant aseptiquement, il a trouvé un pouvoir oxydant à la salive, au mucus nasal, aux larmes, etc. Enfin, Raphaël Dubois[10] a tiré de la réaction du gaïac une nouvelle présomption en faveur de l'hypothèse qu'il avait émise que la phosphorescence des animaux lumineux (phollade, ver luisant, etc.) est sous la dépendance d'un ferment oxydant.

IMPORTANCE DES OXYDASES.

La découverte des oxydases restreint le champ d'action de l'hypothétique force vitale à laquelle nous sommes forcés, momentanément du moins, d'attribuer les transformations de la matière qui n'ont pas encore reçu d'explication physicochimique.

En outre, elle présente un grand intérêt physiologique. On le pressent déjà en considérant l'abondance des oxydases chez les êtres orga-

1. G. Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, (3), **15**, 1218 (1896).
2. Abelous et Biarnès, *Bull. Soc. Biolog.* (1896).
3. Abelous et Biarnès, *Archiv. de Phys.* (1895).
4. Röhmann et Spitzer, *Berich. Chem. Gesells.*, **28**, 567 (1895). Spitzer, *Pfluger Archiv.*, **60**, 303 (1895).
5. *Comptes rendus*, **123**, 1314 (1896).
6. *Bull. de Pharmacie*, **1**, 225 (1809).
7. *Journal de Pharmacie*, **6**, 16 (1820).
8. *Annalen Chem. Pharm*, **163**, 160 (1872).
9. *Bull. Soc. Biologie* (1872).
10. *Comptes rendus*, **123**, 653 (1896).

nisés, mais on le comprend mieux en se rappelant que les processus d'oxydations, auxquels sont dus tant de principes immédiats, sont aussi une source considérable d'énergie, où les animaux supérieurs[1] puisent jusqu'aux trois quarts de celle qu'ils consomment.

Il est encore assez difficile d'affirmer que toutes ces oxydations, ces combustions lentes, qui se traduisent par les échanges respiratoires, sont entièrement sous la dépendance d'oxydases. Cependant il est permis de le supposer, d'après l'expérience suivante, qui est en quelque sorte une reproduction artificielle, *in vitro*, du phénomène capital de la respiration.

Dans un ballon à robinet, on fait agir un peu de laccase, en présence d'air, sur un principe naturel, comme le tannin ou l'acide gallique, et, après quelque temps, on analyse les gaz qui restent dans le ballon. Si la laccase n'a pas été chauffée d'abord à 100 degrés, on constate une absorption d'oxygène et, en même temps, une forte production d'acide carbonique.

Une expérience semblable a été faite par Abelous et Biarnès avec l'oxydase du foie de cheval et l'aldéhyde salicylique. Dans ce cas aussi, l'oxydation a été accompagnée d'un échange gazeux, de l'oxygène a été remplacé par du gaz carbonique.

Voici, en terminant, un aperçu rapide des applications auxquelles la connaissance des oxydases a déjà donné lieu.

Transformation du latex de l'arbre à laque. — Ce latex est une solution très concentrée de laccase tenant en émulsion un liquide oléagineux, du groupe des polyphénols (laccol). Quand on l'étale en couche mince, si l'atmosphère est sèche, l'évaporation de l'eau qu'il renferme (10 pour 100 environ) est très rapide, et la laccase, active seulement à l'état dissous, n'a pas le temps d'oxyder le laccol[1]. On s'explique ainsi pourquoi les ouvriers laqueurs placent les meubles recouverts de latex dans une chambre humide quand ils veulent assurer la formation de leur vernis[2].

Brunissement des fruits, cidre. — Il en a déjà été question dans l'historique. Lindet[3] a reconnu depuis que le ferment soluble des pommes est analogue à la laccase. Ainsi, la coloration des pommes et du cidre, au contact de l'air, est due à l'oxydation d'un tannin sous l'influence d'une oxydase.

Il en est de même du brunissement des poires, des coings, du séricarpe de marron d'Inde, du rhizome de balisier, etc.

Changements de couleur de certains champignons. — J'ai montré qu'il existe deux oxydases distinctes chez les champignons : la laccase

1. G. Bertrand, *Comptes rendus*, **118**, 1215 (1894), et *Bull. Soc. Chim.*, (3), **11**, 718, 1894).

2. Pour les détails sur la laque au point de vue industriel, voir le P. d'Incarville, *Mémoires de l'Acad. roy. des Sciences*, **3**, 117 (1860).— Quin, *Moniteur Scient.*, 1883, p. 1042. — G. Dumoutier, *La laque et les huiles à laque*, Hanoï (1882).

3. *Comptes rendus*, **120**, 370 (1895), et *Bull. Soc. Chim.*, (3), **13**, 277 (1895).

et la tyrosinase. C'est la première, agissant sur le principe jaune (boletol) de certains Bolets, qui occasionne le bleuissement de ceux-ci quand on les coupe ou qu'on les casse. La présence de la seconde, en provoquant l'oxydation de la tyrosine, explique la coloration rouge, puis noire, que prennent la Russule noircissante et d'autres champignons, dès qu'on expose leur chair au contact de l'oxygène.

C'est aussi à cause d'un oxydase que le lait de *Lactarius theiogalus* Bull. devient jaune quelques minutes après sa sortie des laticifères, etc.

Ces observations prouvent, contrairement à un préjugé commun, qu'il n'y a aucun rapport entre la coloration et la toxicité chez les champignons.

Couleur du pain bis. — D'après Boutroux[1], elle provient de l'oxydation d'un constituant du son sous l'influence d'une oxydase. En 1820, Taddey et Brugnatelli[2] avaient montré que le bleuissement de la résine de gaïac par la farine est dû à l'air et au zymome ou gluten.

Rancissement de l'huile dans les olives. — D'après Tolomei[3], il serait provoqué par une oxydase.

Vieillissement du vin. — C'est par oxydation que le vin acquiert les principales qualités qui font dire qu'il a vieilli[4]. Ce changement s'opère, au moins en partie, sous l'influence d'oxydases provenant du raisin[5] et des levures utilisées dans la fermentation du moût[6].

Casse du vin. — La casse est une maladie, une sorte de vieillissement très rapide et exagéré du vin. Elle est provoquée en général par un excès d'oxydases, et j'ai pu la reproduire en faisant agir le ferment de la laque sur du vin sain et stérilisé[7]. Tout récemment, Laborde[8] a rendu le *Botrytis cinerea,* moisissure abondante sur les raisins pendant les années pluvieuses, responsable de cette introduction d'oxydase. Une autre origine de la casse a été indiquée par Armand Gautier. Ce microbe est un microbe filamenteux : il doit agir d'une manière directe, ou par sécrétion d'une oxydase intermédiaire[9].

Diagnose des champignons. — La recherche des oxydases chez les champignons, par l'emploi de la solution de résine de gaïac, est susceptible de rendre des services pour la distinction des espèces. En général, la présence des oxydases est, chez ces végétaux, en relation avec les affinités morphologiques[10]; ainsi, toutes les espèces examinées du genre Russule bleuissent fortement quand on touche leur

1. *Comptes rendus*, **120**, 924 (1895).
2. *Giornale di Fisica, Chimica*, etc. 2e semestre (1819).
3. *Atti Acc. Lincei*, 1er sem., 122 (1896).
4. Pasteur, *Etudes sur le vin*, Paris (1873).
5. Martinand, *Comptes rendus*, **121**, 502 (1895).
6. G. Tolomei, *Atti Acc. Lincei*, 1er sem., p. 52, 1896.
7. *Ann. Agron.*, **22**, 116 (1896) et *Actualités chimiques*, **1** (1896).
8. *Comptes rendus*, **123**, 1074 (1896).
9. Armand Gautier, **86**, 1338 (1878).
10. Voir le mémoire que j'ai publié à ce sujet avec Bourquelot dans le *Journ. de Pharm. et de Chimie* (6), **3**, 97 (1896).

section fraîche avec la teinture de gaïac : ce sont des sources précieuses d'oxydases; il en est à peu près de même pour les Lactaires, genre voisin du précédent; au contraire, les Marasmes, les Hygrophores, la plupart des Cortinaires, etc., restent incolores. Cependant il existe quelquefois des différences curieuses entre les espèces d'un même genre. La plus remarquable sépare le *Tricholoma nudum* Fries du *Tricholoma personatum* Fries. Ces deux champignons sont très difficiles à distinguer extérieurement l'un de l'autre, mais le premier bleuit énergiquement la résine de gaïac, tandis que le second est sans effet.

La même réaction peut être utile aussi pour distinguer l'Amanite vénéneuse (variété blanche) de l'Agaric champêtre, avec lequel elle a quelquefois été confondue. L'Amanite, très pauvre en oxydase, ne bleuit pas, tandis que le champignon comestible se colore nettement, au moins dans le pied.

Emploi des oxydases comme réactif. — La laccase transforme aisément l'hydroquinone en quinhydrone, et aussi, d'après Dastre[1], la bilirubine en biliverdine, mais sans présenter ici d'avantage manifeste sur les réactifs communs de laboratoire. Il n'en est pas de même quand elle agit sur le pyrogallol : les rendements en purpurogalline atteignent alors jusqu'à 50 pour 100 du produit employé, tandis que les procédés chimiques ordinaires en donnent seulement 5 à 6.

Ces premiers exemples permettent d'espérer la préparation facile d'un grand nombre de composés nouveaux par l'emploi des oxydases en chimie organique.

En résumé, l'existence d'*oxydases*, c'est-à-dire de ferments solubles oxydants, est aussi bien établie aujourd'hui que celle des diastases ou ferments solubles hydratants. Un grand nombre d'observations s'accordent sur ce point, comme pour faire ressortir l'importance de la nouvelle classe de corps chez les animaux et les plantes.

(3) L'examen chimique et l'estimation des huiles essentielles,

par MM. J. Dupont et Charabot.

Les nombreux et remarquables travaux publiés en ces dernières années sur les huiles essentielles ont marqué un grand pas vers la solution du problème ardu de la composition chimique de ces produits. En même temps que s'amoncelaient les documents qui serviront, dans un avenir qu'on peut croire rapproché, à écrire l'histoire des corps de la famille des Terpènes, l'industrie des huiles essentielles, mettant à profit les découvertes des chimistes, a commencé à sortir de l'ornière où la routine la tenait depuis de longues années.

Nous devons avouer que l'impulsion a été donnée par un pays qui

1. *Bull. Soc. Biologie*, décembre 1896.

ne semblait pas prédestiné à ce rôle, la production des essences y étant assez restreinte. Il est temps que les distillateurs du Midi de la France s'inspirent des méthodes que leur apporte la Chimie, s'ils ne veulent pas voir diminuer la suprématie que leur pays doit à son heureuse situation géographique. L'analyse chimique des huiles essentielles a donné des résultats que l'expérience a trouvés être en parfaite concordance avec ceux de l'examen olfactif. Ils sont plus certains, n'étant pas soumis aux variations de sensibilité d'un organe délicat; c'est en faisant marcher de pair les deux méthodes que le distillateur et le parfumeur pourront se renseigner sur la valeur de leurs produits, et chercher, avec chance de succès, les moyens de les améliorer.

Il est bien établi aujourd'hui que la valeur d'un grand nombre d'essences dépend de la proportion d'un ou de deux constituants principaux. Les très nombreuses expériences exécutées depuis deux ans par plusieurs chimistes, sur les essences de lavande et de bergamote entre autres, ne laissent aucun doute à ce sujet. Il est constant que la finesse et l'intensité de ces deux parfums sont en relation directe avec leur teneur en éther acétique du linalol. On rencontrera d'autres exemples au cours de cette Notice. Il est donc tout indiqué, lorsqu'on doit examiner ces produits, de pratiquer, en même temps qu'un examen organoleptique, une détermination de la teneur en éther.

Nous avons essayé de ranger les essences en faisant entrer dans un même groupe celles dont le constituant intéressant appartient à la même fonction chimique. Nous n'avons pas l'outrecuidance de proposer une classification rationnelle des essences : nous cherchons simplement à apporter quelque méthode dans notre travail. Nous voyons dans cette façon de procéder l'avantage que les mêmes considérations analytiques s'appliqueront à toutes les essences d'un même groupe.

Groupes.	Constituants principaux.	Essences.
I Alcools terpéniques et leurs éthers.	Bornéol	Aiguilles de Conifères.
	Linalols (droit ou gauche).	Linaloès. Coriandre. Bergamote. Lavande. Aspic. Basilic indigène. Ylang-ylang. Néroli. Petit grain.
	Géraniol et citronnellol . .	Palma rosa. Géranium. Rose. Citronnelle.
	Menthol.	Menthe poivrée.
	Alcools sesquiterpéniques.	Bois de santal. Bois de gaïac. Patchouli.

Groupes.	Constituants principaux.	Essences.
II Aldéhydes.	Aldéhyde angélique. . . .	Impératoire.
	Aldéhyde benzoïque . . .	Amandes amères. Laurier-cerise.
	Aldéhyde cuminique . . .	Cumin.
	Aldéhyde cinnamique. . .	Cannelle de Chine. Cannelle de Ceylan.
	Citral et citronnellal. . .	Lemon grass. Mélisse. Citron.
III Acétones.	Méthylnonylcétone	Rue.
	Irone.	Iris.
	Carvone.	Carvi. Aneth. Kuro-moji.
	Fenone	Fenouil.
	Pulégone	Menthe pouliot.
	Thuyone.	Tanaisie. Thuya. Absinthe. Sauge.
IV Phénols et dérivés phénoliques.	Thymol et carvacrol . . .	Ajowan ptychotis. Thym. Serpolet. Monarde.
	Eugénol et bételphénol. .	Girofle. Massoy. Bay. Bétel.
	Anéthol et estragol . . .	Anis. Badiane. Estragon.
	Safrol.	Sassafras. Huile de camphre.
	Apiol	Persil. Aneth.
V Cinéol et camphre.	Cinéol.	Eucalyptus. Cajeput. Myrte.
	Camphre.	Laurus camphora. Romarin.

Groupes.	Constituants principaux.	Essences.
VI Terpènes et sesquiterpènes.	Pinène, dipentène, limonène, cadinène, phellandrène, humulène. .	Térébenthine. Cyprès. Angélique. Gingembre. Céleri. Houblon. Poivre noir. Cubèbe. Copahu. Genièvre.
VII Éthers d'alcools de la série grasse.	Acétate d'octyle, butyrate d'octyle, salicylate de méthyle	Camomille. Heracleum spondylium. Panais. Gaulthéria.
VIII Composés sulfurés.		Ail. Oignon. Moutarde noire. Racine de réséda.
IX Constituants inconnus.		Achillée. Ambrette. Carotte. Orange.

Nous avons dû faire entrer dans ce tableau des essences où le produit important quantitativement ne joue qu'un rôle assez effacé quant à l'odeur. Il n'est nullement dans nos intentions de prétendre, par exemple, que le linalol, qui constitue une proportion importante des essences de cananga et d'ylang-ylang, joue un rôle aussi prépondérant dans leur parfum. Bien des facteurs qui nous sont encore inconnus concourent évidemment à l'obtention de l'arome si suave de ces essences. Nous croyons cependant pouvoir, sous ces réserves et jusqu'à nouvel ordre, les ranger à la place que leur assigne leur composition chimique.

Connaissant les proportions relatives de ces constituants, qui ne varient généralement que dans des limites assez restreintes, on pourra, en les dosant, constater la pureté de ces essences.

I. ESSENCES DONT LES CONSTITUANTS PRINCIPAUX SONT DES ALCOOLS TERPÉNIQUES OU LEURS ÉTHERS.

Le parfum de ces essences étant dû à la présence d'alcools ou d'éthers, le dosage de ces éléments jouera un rôle très important

dans l'évaluation d'un produit, ainsi que dans la recherche de ses adultérations.

1° *Dosage des éthers.* — On pèse, dans un ballon d'environ 100 centimètres cubes, de 2 à 3 grammes d'essence; on ajoute ensuite 10 à 15 centimètres cubes d'une solution alcoolique demi-normale de potasse et on chauffe le tout au bain-marie pendant une demi-heure environ[1], après avoir surmonté le ballon d'un tube de 1 mètre de longueur faisant l'office de réfrigérant à reflux. On laisse refroidir le contenu du ballon et, après addition d'un peu d'eau et de quelques gouttes de phtaléine, on titre, au moyen d'une solution demi-normale d'acide sulfurique, la quantité de potasse en excès.

Ceci suppose que l'essence à étudier ne renferme pas d'acides libres, ce qui est le cas des essences de bergamote, de lavande, de géranium. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait évidemment commencer par déterminer l'acidité de l'essence et en tenir compte dans les résultats.

Lorsqu'il s'agit du dosage d'éthers d'alcools $C^{10}H^{18}O$, on exprime généralement ces éthers en acétate, de sorte que la proportion d'éther pour 100 d'essence est donnée par la formule

$$\frac{19,6\,(n - n')}{2p},$$

dans laquelle p représente le poids d'essence employé, n le nombre de centimètres cubes de potasse employés, et n' le nombre de centimètres cubes de potasse en excès.

2° *Dosage de l'alcool total.* — Ce dosage s'effectue en éthérifiant d'abord l'alcool libre au moyen de l'anhydride acétique et déterminant ensuite, comme il vient d'être dit, la teneur en éther de l'essence ainsi transformée.

Nous verrons plus loin que, lorsqu'on chauffe le linalol avec l'anhydride acétique, il se forme, outre un éther acétique, une petite quantité d'hydrocarbure $C^{10}H^{16}$. L'éthérification n'est donc point quantitative et la méthode que nous allons décrire donnera des résultats trop faibles ; mais en opérant toujours dans les mêmes conditions on obtiendra des nombres proportionnels à la quantité d'alcool que renferme l'essence. Cette méthode, appliquée au géraniol, a donné des résultats très précis, à cause de la stabilité de ce corps.

10-20 centimètres cubes d'essence sont chauffés, pendant 1 heure ou 1 heure 1/2, d'une façon uniforme, à une douce ébullition, avec un égal volume d'anhydride acétique et 1-2 grammes d'acétate de sodium fondu, dans un ballon de 100 centimètres cubes surmonté d'un long tube servant de réfrigérant ascendant et s'ajustant au col du ballon

1. Les expériences de M. Bertram ont montré que la saponification était complete au bout de 10 minutes, mais que l'ébullition pouvait être maintenue pendant 2 heures sans qu'il en résulte d'altération du produit.

au moyen d'un rodage. Après refroidissement on ajoute un peu d'eau pour dissoudre l'anhydride acétique en excès et on maintient le mélange au bain-marie pendant 1/4-1/2 heure. On sépare ensuite, au moyen d'un entonnoir à décantation, l'huile qui surnage et on la lave à l'eau jusqu'à réaction neutre. Après dessiccation sur le sulfate de sodium calciné, on soumet 2-3 grammes du produit éthérifié à la saponification, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Comme il ne s'agit point de faire des déterminations quantitatives, mais simplement d'obtenir des résultats comparatifs, on pourra se contenter, pour éviter de longs calculs, d'exprimer la proportion d'alcool total non pas par rapport à l'essence primitive, mais simplement par rapport au produit éthérifié.

Nous verrons, au fur et à mesure que nous étudierons les diverses essences, l'emploi qu'il convient de faire de ces méthodes; nous ferons simplement remarquer ici que ces dosages ne doivent être pratiqués que sur des essences dont l'étude chimique a complètement élucidé la composition, afin qu'il soit possible d'éliminer au préalable les éléments qui pourraient nuire à l'application de la méthode.

Ainsi, par exemple, dans le cas de l'essence de cannelle de Chine, il est absolument nécessaire d'isoler l'aldéhyde cinnamique si l'on veut doser l'acétate de cinnamyle.

1° Groupe du Bornéol.

L'histoire du bornéol ne saurait trouver place ici; aussi signalerons-nous simplement le rôle important que joue ce corps, soit à l'état libre, soit combiné aux acides acétique, valérianique, etc., dans un certain nombre d'essences, parmi lesquelles nous n'étudierons que celles d'aiguilles de Conifères.

Essences d'aiguilles de Conifères. — Le principe odorant des essences d'aiguilles de Conifères est l'éther acétique du bornéol gauche qu'elles renferment à côté d'un certain nombre de terpènes et d'un sesquiterpène, le cadinène; ce dernier cependant n'a pas été rencontré dans l'essence de *Pinus sylvestris* d'origine suédoise. MM. Bertram et Wahlbaum, qui ont fait de ces essences une étude très intéressante et très approfondie, y ont caractérisé le sylvestrène, qui fournit un chlorhydrate fusible à 70°.

Elles sont lévogyres, à l'exception cependant de celle de *Pinus sylvestris*, qui imprime au plan de polarisation une déviation à droite de 10° environ (pour $l = 100^{mm}$). Cette essence renferme d'ailleurs du pinène droit, tandis que les autres contiennent l'isomère gauche de ce terpène.

Les essences pures ne renferment qu'une petite quantité de produits bouillant au-dessous de 170° et laissent un résidu important bouillant au-dessus de 185°. Ce résidu est riche en éthers du bornéol. Cependant certaines essences de Conifères (celles d'*Abies excelsa*, es essences de cônes) ne contiennent que des traces de bornéol,

ou même en sont exemptes. L'absence de bornéol est alors compensée par une certaine proportion de limonène gauche dans la fraction 170-185°, qui prend une importance très grande. Les produits fraudés au moyen de l'essence de térébenthine distillent plus bas : la fraction 150-170° atteint une proportion plus considérable.

L'analyse d'une essence de Conifères comprend donc les opérations suivantes : 1° détermination du poids spécifique et du pouvoir rotatoire ; 2° fractionnement de l'essence ; 3° dosage des éthers par saponification.

2° Groupe du Linalol.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous devons considérer le linalol et quelques-uns de ses éthers comme un facteur important du parfum des essences de linaloé, de coriandre, de bergamote, de limette, de lavande, d'aspic, de basilic indigène.

Aussi, avant d'entreprendre l'étude de chacune de ces essences, rappellerons-nous succinctement, parmi les propriétés de ce corps, celles qui semblent aujourd'hui définitivement acquises à la science.

Le linalol, alcool acyclique de composition $C^{10}H^{18}O$, constitue les 9/10 de l'essence de linaloé. M. Barbier, qui l'a retiré de l'essence de licari Kanali, l'a désigné sous le nom de *licaréol*.

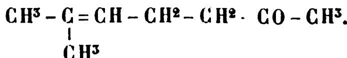
M. Bouchardat a soumis, à froid, le linalol extrait de l'essence d'aspic à l'action de l'anhydride acétique et a obtenu ainsi, mais avec un mauvais rendement, son éther acétique.

Si dans cette réaction on élève la température au-dessus de 100°, on obtient l'éther acétique non plus du linalol, mais de l'un de ses isomères que M. Barbier a appelé *licarhodol*, et que M. Bouchardat et plus tard MM. Bertram et Gildmeister, ont reconnu être identique avec le géraniol.

M. Barbier a opéré à 150°, et a obtenu, outre cet éther, un hydrocarbure $C^{10}H^{16}$ auquel il a donné le nom de *licarène*, et qui, d'après ce savant, ne serait autre chose que du limonène droit. Schimmel pense que le licarène est un mélange de limonène, de dipenthène et de terpinène.

L'oxydation ménagée du linalol fournit une aldéhyde $C^{10}H^{16}O$, le *licaréal* de M. Barbier. Cette aldéhyde, ainsi que l'ont montré MM. Bertram et Wahlbaum d'une part, MM. Tiemann et Semmler d'autre part, est identique avec le citral.

Par oxydation du citral, ces deux derniers savants ont obtenu une méthylhepténone identique avec celle qui prend naissance dans la distillation sèche de l'anhydride cinéolique et avec la méthylhepténone naturelle :



$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^3.$$

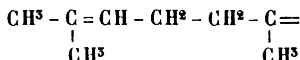
Méthylheptène 2.2. one 6.

L'oxydation du linalol par le permanganate et l'acide chromique conduit aux mêmes produits que celle de la méthylhepténone 2.2.6, c'est-à-dire à un mélange d'acétone ordinaire et d'acide lévulique :



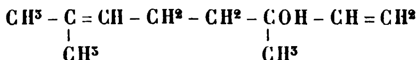
$$CO^2H - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3.$$

Le linalol contient donc le groupement



$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} =$$

C'est un alcool actif ayant deux liaisons éthyléniques. La formule de constitution qui résulte de ces considérations est la suivante :



$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}OH - CH = CH^2$$

Diméthyl 2.6. octadiène 2.7. ol 6.

Cette formule rend parfaitement compte du fait que, par réduction au moyen de la poudre de zinc, le linalol se transforme en linalolène, carbure à chaîne ouverte et à double liaison éthylénique décrit par M. Semmler.

En résumé, on peut passer du linalol au géraniol, au citral et à la méthylhepténone, ce qui explique la présence simultanée de ces quatre éléments dans certaines essences.

Le linalol des essences de linaloé, de bergamote, de lavande, d'aspic est lévogyre. On rencontre dans l'essence de coriandre un alcool qui n'est autre chose que l'isomère droit du linalol.

Ce linalol droit se trouve aussi, à l'état d'éther acétique, dans l'essence de limette, mélangé à l'acétate de linalyle et au linalol gauche. M. Bertram a obtenu cet éther droit par l'action de l'acide acétique et de l'acide sulfurique sur le linalol gauche. D'ailleurs ce dernier subit facilement l'inversion sous l'influence des acides.

Essence de Linaloé. — Les essences désignées sous ce nom sont obtenues par la distillation de deux bois exotiques : l'un, le *Licaria guyanensis*, provenant de Cayenne, et appelé dans le commerce *bois de rose femelle* ; l'autre, dont la famille botanique est encore inconnue, est fourni par le Mexique et dénommé *bois de citron*. Selon leur provenance, ces essences ont, d'après Schimmel, les caractères physiques suivants :

Essence de Cayenne	poids spécifique	0,863 — 0,867
	pouvoir rotatoire	— 16° (l = 100^{mm})
Essence du Mexique	poids spécifique	0,898
	pouvoir rotatoire	— 7° 33′.

Elles sont solubles, à 20°, dans 2 volumes d'alcool à 70 pour 100.

Outre le linalol, qui y est contenu à la dose de 90 pour 100 au moins, l'essence de linaloé renferme encore environ 2 pour 100 de géraniol, ainsi que des traces de méthylhepténone identique avec celle que M. Wallach a obtenue par distillation sèche de l'anhydride cinéolique.

MM. Barbier et Bouveault y ont encore signalé la présence d'une très faible proportion d'un terpène diatomique, d'un terpène tétratomique et d'un sesquiterpène.

Le produit originaire du Mexique est assez fréquemment fraudé par addition de corps gras, et notamment de beurre de coco. L'essai de la solubilité dans l'alcool permet de déceler cette fraude. Le moyen le plus rationnel pour apprécier la valeur d'une essence de linaloé consiste à doser la proportion de linalol qu'elle renferme.

Essence de Coriandre (*Coriandrum sativum* L.). — Cette essence provient de la distillation des fruits d'une plante de la famille des Ombellifères, cultivée en France, en Russie, en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, au Maroc, en Italie, et principalement dans les Indes Orientales.

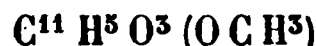
Elle dévie le plan de polarisation de 4 à 13° vers la droite ($l = 100^{mm}$). Son poids spécifique varie entre 0,870 et 0,882. M. Semmler a montré qu'elle renferme notamment du linalol droit et Schimmel y a constaté la présence de pinène droit à la dose de 5 pour 100 environ.

L'essence de coriandre est fréquemment fraudée au moyen d'essences de térébenthine et de bois de cèdre. A l'état de pureté elle doit donner une solution limpide avec 3 fois son volume d'alcool à 70 pour 100; ce caractère permet de décéler la fraude.

Essence de Bergamote (*Citrus bergamia*). — La bonne essence de bergamote est obtenue par expression de l'écorce fraîche des fruits du *Citrus bergamia*. Les résidus de l'expression sont ensuite distillés à la vapeur d'eau; ils donnent des produits de qualité inférieure, comme d'ailleurs ceux qu'on obtient au moyen des fruits tombés avant la maturité. L'odeur caractéristique de l'essence de bergamote est due à la présence d'une certaine proportion d'acétate de linalyle.

Les essences distillées, ainsi que celles obtenues au moyen des fruits verts, sont moins riches en éther acétique du linalol que les essences obtenues par expression de l'écorce des fruits mûrs. M. Wallach a reconnu la présence du limonène et du dipentène dans l'essence de bergamote. MM. Tiemann et Semmler celle du linalol et de l'acétate de linalyle. Ce dernier élément, qui est la base du parfum de la bergamote, est contenu à la dose de 38 pour 100 environ dans une bonne essence obtenue par expression (Bertram et Wahlbaum). Il en résulte que le dosage de l'éther constitue une méthode rationnelle pour l'estimation de ce produit et peut fournir d'utiles indications dans la recherche des adultérations.

Outre ces éléments, l'essence de bergamote renferme encore un stéaroptène, qui, d'après M. Pomeranz, répond à la formule



$$C^{11} H^5 O^3 (O C H^3)$$

et dont la proportion ne dépasse pas 5 ou 6 pour 100.

Le poids spécifique de cette essence variant généralement entre des limites très restreintes, 0,882 - 0,886, on doit toujours commencer par déterminer cette constante physique, qui sera susceptible de donner de sérieuses indications sur l'état de pureté du produit.

Les huiles grasses, l'essence de cèdre, le baume de Gurjum, ont pour effet d'augmenter le poids spécifique ; au contraire, l'addition d'essences de térébenthine, d'orange, de citron, de bergamote distillée entraîne une diminution de la densité.

Nous avons d'ailleurs fréquemment constaté que la densité d'une essence de bergamote est d'autant plus élevée que sa teneur en éther est plus grande.

Ainsi, les essences dont la densité est voisine de 0,882 ne contiennent, en général, guère plus de 35 pour 100 d'éther, tandis que celles dont le poids spécifique atteint 0,886 renferment souvent 39-40 pour 100 d'acétate de linalyle.

Nous avons rencontré aussi des échantillons de densités très grandes, 0,886 - 0,892 : la teneur en éther de ces essences atteignait jusqu'à 45 pour 100.

Le pouvoir rotatoire varie dans d'assez larges limites ; néanmoins sa détermination peut, dans certains cas, donner des indications qu'il est bon de ne point négliger. Cette constante, déterminée au moyen d'un tube de 20 millimètres, à cause de l'intensité de la coloration de l'essence, varie généralement entre $+ 1^{\circ} 30'$ et $+ 4^{\circ}$.

Les essences de citron, d'orange et de bergamote distillée ont des pouvoirs rotatoires plus élevés.

La térébenthine, l'essence de cèdre, l'alcool et l'huile grasse réduisent la déviation polarimétrique.

Lorsque l'essence de bergamote donne, avec la moitié de son volume d'alcool à 80°, une solution limpide, on peut la considérer comme ne contenant pas de térébenthine, d'essence d'orange ou d'huile grasse ; mais l'insolubilité partielle ne permet pas de conclure à l'adultération. Le trouble qu'on constate quelquefois même avec des essences pures est dû sans doute, d'après Schimmel, aux substances étrangères qui, pendant la pressuration, peuvent être entraînées par l'huile essentielle.

Il convient alors de déterminer le résidu de l'évaporation des parties volatiles de l'essence, résidu qui, dans les produits purs, varie entre 5 et 6 pour 100. Pour cela, on pèse 5 grammes d'essence dans une capsule tarée. On laisse évaporer au bain-marie jusqu'à disparition de l'odeur de bergamote, on pèse alors la capsule. Si le résidu dépasse 6 pour 100 de l'essence, on peut conclure à la présence d'huile grasse.

Au contraire, les essences de térébenthine, d'orange, de bergamote distillée, ainsi que l'alcool, abaissent la proportion de substances non volatiles. Si donc le chiffre obtenu est inférieur à 5 pour 100, l'essence doit être considérée comme suspecte.

Outre les indications relatives à la valeur commerciale d'une essence de bergamote, le dosage de l'éther renseigne sur le degré

de pureté d'un produit. Il faut cependant remarquer que la présence d'une huile grasse augmente les nombres que fournit la méthode de dosage des éthers par saponification. Il convient donc de ne pratiquer ce dosage qu'après s'être assuré, par la détermination du résidu d'évaporation, que l'essence à étudier n'est pas additionnée de corps gras.

Essences de Lavande. — On en connaît deux espèces principales:

La lavande des Alpes (*Lavandula vera*), qui renferme notamment du linalol, son éther acétique, une petite quantité de butyrate de linalyle, probablement des traces de valérianate et d'éthers d'acides non saturés, du géraniol, enfin des proportions de pinène et de cinéol si faibles, que la présence de quantités appréciables de ces deux éléments permet de conclure à l'adultération.

La lavande anglaise ou lavande Mitcham renferme, d'après MM. Tiemann et Semmler, du limonène, du cinéol, un sesquiterpène, du linalol, et environ 10 pour 100 d'éther acétique de cet alcool.

Les éthers qui constituent la partie odorante des essences de lavande françaises, se trouvent dans ces essences à la dose de 34 à 35 pour 100 environ. Nous avons obtenu les moyennes suivantes en étudiant un nombre très considérable de produits purs :

Années.	Éthers.	Déviation optique ($l = 200^{mm}$).
1894	33,28 o/o	13°28′
1895	36,41 o/o	13°28′

Nous avons rencontré une essence de lavande d'origine espagnole renfermant moins de 5 pour 100 d'éther; l'odeur de ce produit était d'ailleurs très commune.

Nous avons fait, en outre, une étude comparée des propriétés organoleptiques et de la richesse en éther des essences de lavande du Midi de la France. Il résulte de cette étude que les meilleurs produits renferment de 35 à 45 pour 100 d'éthers; les essences communes en contiennent moins de 33 pour 100. Au-dessous de 30 pour 100, il y a généralement adultération.

Nous avons étudié également la variation du pouvoir rotatoire et fixé — 5° comme limite inférieure et — 7°40′ comme limite supérieure (pour $l = 100^{mm}$). Beaucoup d'essences à pouvoir rotatoire élevé ont une faible teneur en alcool.

Pour déterminer la cause de ce fait, nous avons soumis l'essence de lavande à la saponification et constaté une augmentation du pouvoir rotatoire d'environ 2°30′ à gauche. Ne serait-il donc pas naturel de conclure que l'abaissement de la teneur en éther de ces essences est dû, comme l'élévation de leur pouvoir lévogyre, à une saponification partielle au cours d'une distillation défectueuse.

Au contraire, la mauvaise qualité des essences pauvres en éther et à faible pouvoir rotatoire serait due à la nature même de l'essence.

Le poids spécifique de l'essence de lavande varie entre 0,883 et

0,895. L'addition d'essence d'aspic ou de cèdre l'augmente, tandis que l'addition de térébenthine l'abaisse.

Il convient de commencer l'examen d'une essence de lavande par la vérification de sa solubilité dans 3 volumes d'alcool à 70 pour 100. Les essences de térébenthine et de cèdre ont pour effet de diminuer la solubilité. Le pouvoir rotatoire lévogyre de l'essence de lavande s'accentue par l'addition de térébenthine; au contraire l'aspic le réduit.

La térébenthine a aussi pour effet de diminuer la richesse en éthers de l'essence adultérée, mais nous ferons remarquer qu'il est préférable, lorsqu'on recherche cette fraude, de doser le linalol total; l'essence de lavande contenant environ autant d'alcools terpéniques à l'état libre qu'à l'état d'éthers, la diminution totale sera deux fois plus grande (après éthérification on trouve en moyenne, avec des lavandes pures, de 56 à 65 pour 100 d'alcool). L'essence d'aspic ne contient que des traces d'éthers, mais elle renferme de 30 à 40 pour 100 d'alcool libre; par conséquent, son introduction dans l'essence de lavande entraîne une diminution dans la quantité d'éther, diminution qui ne diffère pas sensiblement de celle du linalol total. Lorsqu'on recherche l'aspic, il suffit donc d'effectuer le dosage des éthers.

Il est bon de se laisser guider dans l'analyse par les caractères organoleptiques du produit et de corroborer les résultats fournis par cet ensemble d'essais au moyen de la recherche du pinène lorsqu'on soupçonne la térébenthine, du cinéol quand on a reconnu les caractères de l'aspic.

Une essence de lavande pure ne doit pas distiller au-dessous de 185°. La térébenthine abaisse le point d'ébullition. On recueille les fractions 160-170° (dont on mélange 1 centimètre cube avec 2 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable et 1 centimètre cube de nitrite d'amyle); on ajoute ensuite goutte à goutte, en agitant et refroidissant au moyen d'un mélange réfrigérant, parties égales d'acides chlorhydrique et acétique cristallisables préalablement mélangés, jusqu'à ce que l'addition d'une nouvelle quantité de ce mélange ne produise plus de coloration bleue.

Le pinène est ainsi transformé en nitrosochlorure, qui se rassemble sous la forme de précipité blanc. Les cristaux de ce nitrosochlorure fondent à 102°.

L'addition d'essence d'aspic à l'essence de lavande est décelée par la présence d'une quantité appréciable de cinéol.

Pour rechercher ce corps, Schimmel préconise le procédé suivant : On recueille la fraction présumée contenir le cinéol, et on la dissout dans un volume double d'éther de pétrole. On fait passer dans cette solution un courant d'acide bromhydrique sec, qui, si l'on a soin de refroidir, détermine la formation d'un précipité blanc de bromhydrate $C^{10}H^{18}O.HBr$ décomposable par l'eau.

On peut aussi employer la méthode suivante : 0gr,05 d'iodol est placé dans un petit cristallisoir et additionné d'essence, qu'on verse goutte à goutte en agitant jusqu'à ce qu'on ait obtenu une solution

limpide. Au bout d'un temps plus ou moins long il se forme de jolis cristaux légèrement verdâtres, qu'on lave à l'éther de pétrole.

Cette méthode nous a donné des résultats moins satisfaisants que celle de Schimmel.

L'essence de Mitcham, bien que plus appréciée que l'essence française, contient une proportion d'éther beaucoup moindre. Cette constatation n'infirme en rien le fait que la valeur d'une essence de lavande dépend de sa teneur en alcool, puisque nous nous trouvons en présence d'une espèce ayant une composition chimique tout à fait différente.

Essence d'Aspic (Lavandula spica). — Cette essence est produite notamment par les Alpes-Maritimes, le Gard, la Drôme, l'Hérault; son odeur se rapproche de celle de la lavande, mais elle est modifiée par la présence du cinéol et du camphre.

L'essence d'aspic renferme environ 30-40 pour 100 d'un alcool dont M. Bouchardat a reconnu l'identité avec le linalol; la plus grande partie, et même quelquefois la totalité de cet alcool, s'y trouve à l'état libre, une faible proportion à l'état d'éther. Les divers produits que nous avons eu l'occasion d'examiner contenaient environ 2-3 pour 100 d'éther.

MM. Bouchardat et Voiry ont trouvé, au nombre des constituants de l'essence d'aspic, le pinène droit, le cinéol (ce dernier en proportions considérables). Plus tard M. Bouchardat a annoncé la présence du camphre, du bornéol, du terpinéol et du géraniol dans cette essence.

Il faut ajouter aux éléments signalés le camphène et de petites quantités de sesquiterpènes fortement dextrogyres.

L'essence d'aspic est douée d'une odeur tenant à la fois de la lavande et du romarin. Elle réunit d'ailleurs les éléments de ces deux dernières essences.

Le poids spécifique de l'essence d'aspic, qui varie entre 0,905 et 0,920, se trouve réduit par addition de térébenthine. Cette fraude a d'ailleurs pour effet de rendre l'essence insoluble dans 3 volumes d'alcool à 70 pour 100.

Le pouvoir rotatoire est compris entre 0^0 et $+ 3^0$ (pour $l = 100$ millimètres); l'essence de térébenthine diminue la déviation et, dans la plupart des cas, en change le sens.

Essence d'Ylang-ylang (*Anona odoratissima*). — L'essence d'ylang-ylang provient des fleurs d'une plante arborescente de la famille des Anonacées, cultivée aux Philippines.

Son poids spécifique est de 0,940-0,955 à 15^0; son pouvoir rotatoire varie entre -45^0 et 60^0 ($l = 100$ millimètres).

Les constituants principaux de cette essence paraissent être le benzoate et l'acétate de linalyle, le premier à la dose de 9 pour 100, le deuxième de 7 pour 100. Elle renferme en outre 30-32 pour 100 de linalol, un peu de géraniol, à peu près 30 pour 100 d'un sesquiterpène (cadinène), enfin 20 pour 100 de substances non encore étudiées.

La composition qualitative de l'*essence de Cananga* (originaire de

Java) est voisine de celle de l'essence d'ylang-ylang, mais la première contient une plus grande proportion de sesquiterpène. M. Reychler, qui a fait l'étude de ces deux essences, pense qu'il est fort possible que leur différence n'ait d'autre cause que l'influence du climat, de la culture et de la nature du sol.

Essence de Petit-grain. — Quoique la substance constituant le parfum des essences de petit grain et de néroli soit encore inconnue, nous avons rangé ces deux essences dans le groupe du linalol, étant donné que, dans l'état actuel de nos connaissances, la seule méthode d'analyse qu'il soit possible d'utiliser est celle qui repose sur le dosage de l'éther acétique du linalol.

L'essence de petit-grain, extraite des feuilles et des fruits du *Citrus bigaradia*, renferme un alcool $C^{10}H^{18}O$ ayant les propriétés du linalol et une grande proportion d'éther acétique de cet alcool. Elle est produite par le sud-est de la France et par le Paraguay.

Bien que l'arome caractéristique de cette essence ne soit point celui de l'acétate de linalyle, une essence de petit-grain paraît être d'autant plus riche en parfum que sa teneur en acétate de linalyle est plus grande. D'où une méthode d'évaluation de ce produit, dont il faudra cependant faire usage avec la plus grande réserve, l'étude chimique de l'essence de petit-grain n'étant encore qu'ébauchée. La teneur en acétate de linalyle varie entre 50 et 86 pour 100; sa densité est d'environ 0,895.

Le petit-grain est soluble dans 2 volumes d'alcool à 80 pour 100.

Essence de Néroli. — Cette essence est obtenue dans le Midi de la France par distillation des pétales de fleurs d'oranger.

L'essence de néroli du commerce est très fréquemment fraudée avec du petit-grain, de la bergamote et quelquefois de l'essence d'orange. Cette dernière essence se reconnaît au pouvoir rotatoire : le néroli est, en effet, faiblement lévogyre.

D'après Schimmel le néroli ne contiendrait que 7 pour 100 environ d'éthers : l'addition de bergamote ou de petit-grain augmenterait donc sensiblement la proportion de cet élément.

Essence de Basilic. — L'essence obtenue en France par distillation de l'*Ocymum basilicum* renferme, d'après MM. Dupont et Guerlain, environ 70 pour 100 de linalol gauche.

3° Groupe du Géraniol.

Le géraniol est, quantitativement, le constituant important des essences de pelargonium et de rose, de l'essence de citronnelle (*Andropogon nardus*), de l'essence de palma rosa ou géranium indien (*Andropogon schœnanthus*).

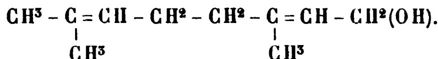
Découvert par Jacobsen dans cette dernière, il a été caractérisé depuis dans un grand nombre d'autres. Son histoire chimique se trouve à présent établie avec certitude. C'est un liquide huileux, in-

colore, bouillant à 115° sous la pression de 15 millimètres. Il est sans action sur la lumière polarisée. Son indice de réfraction = 1,4766.

Sa densité = 0,887 à 0°.

Il possède une faible odeur rappelant celle de la rose et du géranium.

Sa formule de constitution, établie par les travaux de MM. Tiemann et Semmler, Barbier et Bouveault, se basant sur des considérations analogues à celles que nous avons développées au sujet du linalol. doit être écrite :



Diméthyl-octadiène 2.6. ol. 8.

Essence de Palma rosa. — Elle renferme environ 90 pour 100 de géraniol, dont 7 pour 100 combinés aux acides acétique et caproïque normal.

Sa densité varie entre 0,890 et 0,900 : elle est inactive ou faiblement dextrogyre

Essences de Géranium. — Les essences de géranium obtenues par distillation de plantes de la famille des *Pelargoniums*, proviennent du Midi de la France, d'Algérie, d'Espagne et de la Réunion.

L'*essence d'Afrique* a une densité variant de 0,890 à 0,898 ; son pouvoir rotatoire est voisin de — 10° (l = 100 millimètres) ; elle contient environ 82 pour 100 de géraniol total ; une partie de ce géraniol est combinée aux acides tiglique et pélargonique. Le dosage des éthers a indiqué une teneur de 17 à 23 pour 100, exprimés en acétates.

L'*essence d'Espagne*, la plus estimée, possède la même densité et le même pouvoir rotatoire. Elle renferme en moyenne 81 pour 100 de géraniol total, 23,7 pour 100 d'éthers, exprimés en tiglate.

L'*essence de la Réunion* possède une densité et un pouvoir rotatoire voisins de ceux observés pour les précédentes. La teneur en géraniol varie entre 79 et 84 pour 100, la teneur en éthers exprimée en tiglate entre 31 et 34 pour 100.

Le géraniol est accompagné dans la plupart de ces essences de *citronnellol* $C^{10}H^{20}O$, qu'on doit considérer comme un dihydrure de géraniol.

On procédera pour le dosage du géraniol et des éthers comme on a fait pour le linalol dans la lavande, par exemple.

Les huiles grasses qu'on ajoute frauduleusement à l'essence seront décelées par l'essai de solubilité dans l'alcool. 6 gouttes d'essence pure se dissolvent dans 3 centimètres cubes d'alcool à 70° ; la solution se trouble s'il y a eu addition d'huile. L'huile de coco se dépose en flocons blancs quand on refroidit énergiquement l'essence falsifiée.

Essences de Roses. — Les essences de roses renferment également une forte proportion de géraniol et de citronnellol, ainsi qu'un éther d'un acide non saturé dont l'identification n'est pas encore faite

(Dupont et Guerlain). Les recherches que nous avons entreprises sur de nombreux échantillons de ces essences nous ont montré combien étaient illusoires les procédés empiriques préconisés jusqu'ici pour la reconnaissance des falsifications de cette précieuse matière. Nous ne croyons pas que des méthodes d'ordre chimique aient quelque efficacité, la composition des essences de roses, de géranium et celle de palma rosa étant peu différentes. Nous ne pouvons nous dissimuler que la chimie est en échec devant ce problème. Peut-être la solution est-elle dans l'étude des propriétés physiques.

Essence de Citronnelle (Andropogon nardus). — Elle renferme le géraniol accompagné de citronnellal $C^{10}H^{18}O$, aldéhyde correspondant au citronnellol, de bornéol, de méthylhepténone, de terpènes.

Le dosage du géraniol total s'y opère comme il a été dit à propos du linalol. La teneur du géraniol ne doit pas être inférieure à 60 pour 100.

La seule fraude que l'on puisse avoir à rechercher dans cette essence à bas prix est l'addition de corps gras ou de pétrole, que l'on décèlera par un essai de solubilité dans l'alcool. L'essence pure se dissout dans 10 parties d'alcool à 80°; si l'essence a été additionnée d'un corps gras, le liquide reste louche, il se produit par le repos une séparation d'huile. En traitant ensuite l'essence par une partie seulement d'alcool au même titre, on obtiendra un liquide clair avec le pétrole, un louche avec l'huile grasse.

4° Groupe du Menthol.

Essence de Menthe poivrée. — Le menthol, $C^{10}H^{20}O$, constitue la majeure partie de l'essence de menthe poivrée (*Mentha piperita* L.). Parmi les produits qui l'accompagnent se trouvent la menthone $C^{10}H^{18}O$, l'acétate et l'isovalérianate de menthyle, l'éther menthylique d'un acide $C^8H^{12}O^2$, le cinéol, le limonène gauche, le phellandrène et un pinène, qui serait inactif (?).

Le dosage du menthol s'opère comme celui du linalol ou du géraniol. L'expérience a montré que la présence du cinéol et des terpènes ne faussait pas les résultats. On procède d'abord à une saponification qui indique la teneur en éthers menthyliques exprimés en acétate. Le produit de la saponification convenablement lavé à l'eau est chauffé avec l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium fondu. Après refroidissement, on lave à plusieurs reprises avec une solution faible de carbonate de sodium et on procède à la saponification. On obtient ainsi la teneur en menthol total.

On peut doser la menthone en la transformant en menthol par hydrogénation au moyen du sodium, en solution alcoolique. Sur le produit ainsi traité, on fait un dosage de menthol. La différence des deux teneurs trouvées correspond à la menthone existant dans l'essence.

Des expériences faites par MM. Power et Kleber sur des essences de

menthe poivrée américaine ont donné des teneurs variant de 24,2 à 72,7 pour 100 pour le menthol libre, de 35,7 à 76.2 pour 100 pour le menthol total. Les densités de ces essences oscillaient entre 0,905 et 0,916; leur déviation polarimétrique était comprise entre — 25 et — 35°.

L'écart considérable entre les teneurs en menthol donne à penser que les essences à 24 pour 100 avaient été privées frauduleusement d'une partie de leur menthol.

Les essences de Mitcham, de Saxe et du Japon, principalement ces dernières, sont plus riches en menthol que les essences américaines. Nous devons dire que la teneur en menthol n'est pas le seul facteur dont on doive tenir compte dans l'estimation d'une essence de menthe, puisque les essences du Japon, qui sont les plus riches, sont moins appréciées que les essences de Mitcham et de Saxe. Mais la détermination du menthol dans une essence de provenance connue permettra de s'assurer qu'elle n'a pas été l'objet d'un travail de falsification.

La partie alcoolique des essences les plus fines ne se solidifie pas complètement sous l'action du froid. Bien que ce point ne soit pas encore élucidé, il semble y exister un ou plusieurs menthols isomériques, liquides à basse température.

5° Groupe des alcools sesquiterpéniques.

Nous avons passé en revue un certain nombre d'essences dont le constituant principal est un alcool appartenant à la série $C^{10}H^{18}O$ ou l'un de ses éthers. D'autres essences renferment des alcools sesquiterpéniques $C^{15}H^{26}O$ auxquels elles doivent leurs propriétés organoleptiques distinctives. Telles sont les essences de bois de santal, de bois de gaïac, de patchouli.

Essence de Bois de Santal. — Le bois de santal généralement employé pour l'extraction de l'essence est celui qui provient des Indes ou des îles de la Malaisie. Cette essence est fréquemment fraudée au moyen de l'essence de cèdre; elle renferme une aldéhyde et surtout une forte proportion d'un alcool $C^{15}H^{26}O$, appelé *santalol*, qui en est le constituant principal.

L'examen d'une essence de santal comprend :

1° La détermination du poids spécifique, dont la valeur à 15° ne doit pas être inférieure à 0,975.

2° L'étude de la solubilité dans l'alcool : 1 partie d'essence doit donner avec 5 p. d'alcool à 70 pour 100 une solution limpide à la température de 20°.

3° La détermination du pouvoir rotatoire, qui doit être compris entre — 17° et — 19° (pour l = 100 millimètres).

4° Enfin, le dosage de l'alcool sesquiterpénique. Ce dosage s'opère comme celui des alcools terpéniques, c'est-à-dire par éthérification et saponification successives. Une bonne essence de santal contient plus de 90 pour 100 de santalol. Les analyses de Schimmel ont conduit à

une teneur de 97 pour 100. Ajoutons que les essences de cèdre ou de copahu, qui servent fréquemment à frauder celle de santal, renferment seulement, la première environ 16 pour 100 d'alcool, la deuxième 7 pour 100.

Essence de Bois de Gaïac. — Le bois de gaïac renferme, à la dose de 6 pour 100 environ, une essence solide à la température ordinaire, dont l'odeur rappelle vaguement celle de la violette ou du thé, et dont le constituant principal est, d'après M. Wallach, un alcool sesquiterpénique, le *gaïol*. Cet alcool fond à + 91° et distille à 148° sous 10 millimètres de pression. Dissous dans le chloroforme, il dévie vers la gauche le plan de la lumière polarisée. Chauffé avec le chlorure de zinc, il donne une huile bleue bouillant à 124-128° sous 13 millimètres et répondant à la formule $C^{15}H^{24}$.

Essence de Patchouli. — L'essence de patchouli est obtenue en Europe, par distillation, dans un courant de vapeur d'eau, des feuilles sèches du *Pogostemon patchouli*. La densité de cette essence à 15° est comprise entre 0,97 et 0,99; son pouvoir rotatoire pour $l = 100^{mm}$ est d'environ — 11° 30'. La majeure partie distille entre 282 et 294°. Outre un sesquiterpène $C^{15}H^{24}$ (cadinène), l'essence de patchouli renferme un alcool sesquiterpénique qui est son constituant principal. Cet alcool se scinde, sous l'influence de l'acide acétique bouillant ou de l'acide chlorhydrique, en patchoulène, hydrocarbure $C^{15}H^{24}$, et eau. Signalons enfin la présence d'une substance bleue, la *céruléine*, comprise dans les portions à point d'ébullition élevé.

II. — LE CONSTITUANT PRINCIPAL EST UNE ALDÉHYDE.

1° Aldéhyde angélique.

L'aldéhyde angélique a été signalée dans l'essence d'impératoire (*Imperatoria astruthium* L.).

2° Groupe de l'aldéhyde benzoïque.

Essence d'Amandes amères. — Cette essence est extraite aujourd'hui par distillation à la vapeur des amandes privées de leur huile et provenant de l'*Amygdalus communis* (L.), ou encore des noyaux d'abricot, de pêche, de cerise.

Son poids spécifique varie entre 1,045 et 1,060. Elle renferme exclusivement de l'aldéhyde benzoïque et une faible proportion d'acide cyanhydrique (1,5 - 4 pour 100).

La fraude au moyen du nitrobenzène (essence de mirbane) devient de plus en plus rare; nous indiquerons néanmoins le procédé usité pour reconnaître et même pour doser ce produit :

A 5 centimètres cubes d'essence placés dans une fiole à col divisé en dixièmes de centimètre cube, on ajoute 35 centimètres cubes en-

viron de solution de bisulfite de sodium ayant une densité au moins égale à 1,225. Après agitation, on étend d'eau jusqu'à ce qu'on ait atteint l'échelle de la graduation.

On rassemble l'essence de mirbane à la surface par addition de 5 centimètres cubes de benzène, dont on tient compte dans la lecture.

Dans ce dosage il faut bien constater que la couche qui surnage ne renferme pas de térébenthine. Le même procédé sert en effet à constater la fraude au moyen de cette dernière essence.

Aujourd'hui l'adultération se pratique couramment au moyen de l'aldéhyde benzoïque de synthèse obtenue par le procédé dû à MM. Lauth et Grimaux.

L'essence synthétique a une odeur moins fine que l'essence naturelle. La cause de cette valeur moindre réside probablement dans la présence des traces de produits chlorés qui subsistent toujours : ce qui permet, du reste, de constater la présence de l'aldéhyde benzoïque de synthèse dans l'essence d'amandes amères. Pour cela on enflamme, dans une grande capsule de porcelaine, un morceau de papier à filtre roulé et imbibé d'essence. On recouvre aussitôt le papier avec un vase à filtration chaude dont on a préalablement humecté les parois intérieures avec de l'eau distillée. — On ajoute ensuite une petite quantité d'eau et on filtre. L'addition de quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent donne un précipité blanc de chlorure d'argent si l'essence examinée contenait de l'aldéhyde benzoïque artificielle. D'après l'intensité de la réaction on arrive, par une certaine expérience, à juger approximativement de la proportion de produit artificiel ajoutée frauduleusement.

Certains produits du commerce ne contiennent même pas trace d'essence naturelle, mais les fraudeurs ont toujours le soin d'ajouter une certaine proportion d'acide cyanhydrique. Malgré cela, il est bon de constater la présence de ce corps au moyen de la réaction connue. L'acide cyanhydrique se dose en dissolvant 1 gramme d'essence dans 5 grammes d'alcool, ajoutant 45 grammes d'eau et un excès de nitrate d'argent ammoniacal, recueillant enfin sur un filtre le précipité de cyanure d'argent formé après neutralisation par l'acide azotique.

Souvent une partie de l'acide cyanhydrique se condense avec l'aldéhyde benzoïque pour donner du phényloxyacétonitrile (phène-éthylolnitrile) $C^6H^5-CH(OH)(CAz)$. La présence de ce corps se manifeste par une augmentation sensible de la densité de l'essence : le poids spécifique de ce nitrile est, en effet, de 1,124.

La distillation de l'essence dans le vide ou au moyen de la vapeur d'eau permet de détruire cette combinaison.

L'essence d'amandes amères est quelquefois fraudée au moyen de l'alcool. Schimmel a reconnu que l'addition de 10 pour 100 d'alcool atténue l'altération de l'essence par oxydation.

Il y a quelque temps, un produit artificiel, « l'essence d'amandes amères exempte de chlore, » a été lancé dans le commerce. Nous n'avons pas encore eu l'occasion d'examiner ce produit.

On a longtemps attribué à la qualité de l'essence la coloration

jaune que prend souvent le savon de coco parfumé avec l'essence d'amandes amères. Schimmel a été conduit à admettre que cette coloration est due à la formation de benzoïne et prescrit, pour éviter cet inconvénient, d'opérer le séchage à une température ne dépassant pas 36°.

Essence de Laurier-cerise. — Cette essence, obtenue par distillation des feuilles du *Prunus laurocerasus* L., renferme de l'aldéhyde benzoïque, de l'acide cyanhydrique et de l'alcool benzylique.

Sa densité à 15° est de 1,055-1,065.

Cette essence subit les mêmes adultérations que celle d'amandes amères.

3° Aldéhyde cuminique.

L'*essence de Cumin*, fournie par la distillation des fruits du *Cuminum cyminum*, est composée d'environ 33 pour 100 de cymène et de 77 pour 100 d'aldéhyde cuminique.

On pourra y doser l'aldéhyde en suivant une marche analogue à celle qu'on trouvera indiquée plus bas pour l'aldéhyde cinnamique.

4° Groupe de l'aldéhyde cinnamique.

Essence de Cannelle de Chine (Cinnamomum cassia). — Cette essence nous vient de Chine, où elle est généralement obtenue par distillation des feuilles et des rameaux.

L'aldéhyde cinnamique est son constituant principal, c'est ce corps qui lui donne son arome, mais la présence d'une certaine proportion d'acétate de cinnamyle nuit à la finesse de son parfum. MM. Bertram et Kursten ont réussi, en opérant sur de grandes quantités d'essence, à isoler un corps cristallisé, l'aldéhyde orthométhylcoumarique



$$C^6H^4 \begin{cases} CH=CH-CHO & (1) \\ OCH^3 & (2) \end{cases}$$

L'essence de cannelle de Chine se trouve très fréquemment fraudée par addition d'alcool, de pétrole lourd, de résine, de colophane, d'huile grasse, etc.

L'addition d'alcool correspond à une diminution de la densité, qui doit être comprise entre 1,050 et 1,070. On retrouve, en outre, ce corps dans les premières parties qui passent lorsqu'on fractionne l'essence.

Les pétroles lourds se reconnaissent dans les produits de la rectification, qui, dans le cas d'une semblable adultération, se séparent en deux couches.

La recherche des substances résineuses et des huiles grasses s'opère dans le résidu du fractionnement.

Pour cela, on opère de la façon suivante : 50 grammes d'essence sont versés dans un ballon à distillation fractionnée de 100 centimètres cubes de capacité, muni d'un thermomètre arrivant à 5-10 centimètres au-dessus du niveau du liquide. On chauffe à feu nu. Dès le début il passe quelques gouttes d'eau, mais l'essence ne commence à bouillir que vers 200°; le thermomètre monte ensuite rapidement à 240° et la majeure partie de l'essence distille entre 240 et 260°. On aperçoit ensuite d'épaisses vapeurs blanches, le thermomètre marque 280 — 290°. C'est à ce moment qu'on arrête la rectification. Après refroidissement, on pèse le résidu dans le ballon, qu'on avait eu soin de tarer au préalable. Si ce résidu est solide et compact, il y a eu addition de résine. Les essences vieilles, bien que pures, laissent aussi un résidu, mais celui-ci ne se prend jamais en masse.

Le dosage de l'aldéhyde cinnamique permet non seulement de corroborer les résultats que fournissent les divers essais indiqués, mais encore et surtout d'apprécier la valeur d'une essence de cannelle.

Un bon produit ne contient pas moins de 80 pour 100 d'aldéhyde cinnamique; si la teneur ne dépasse pas 75 pour 100, l'essence doit être considérée comme suspecte.

La proportion de la partie aldéhydique atteint quelquefois, mais très rarement, 95 pour 100.

Schimmel a signalé l'existence d'essences de cannelle à poids spécifiques compris entre les limites établies, n'ayant subi aucune adultération et ne renfermant que 45-55 pour 100 d'aldéhyde cinnamique. Les Chinois prétendent que cette essence est extraite de feuilles trop vertes : celles-ci renfermeraient de notables proportions d'acétate de cinnamyle, qui par oxydation pendant le développement de la plante se transformerait en aldéhyde cinnamique. Schimmel n'ajoute pas foi à cette version et pense que cette essence de mauvaise qualité provient d'une autre espèce de *Cinnamomum*.

Le dosage de l'aldéhyde cinnamique se pratique de la façon suivante : 75 grammes d'essence sont agités dans un grand ballon avec 300 grammes d'une solution chaude de bisulfite de sodium à 30 pour 100. La combinaison bisulfitique cristallisée se sépare. Si l'essence est riche en aldéhyde, il est nécessaire de refroidir le mélange. On laisse reposer, puis on ajoute environ 200 centimètres cubes d'eau chaude, en chauffant au bain-marie et agitant jusqu'à dissolution complète de la combinaison bisulfitique. On laisse ensuite refroidir et on épuise une première fois avec 200 centimètres cubes d'éther, puis avec 100 centimètres cubes ; on sépare, au moyen d'un entonnoir à décantation, les deux extraits éthérés et on les filtre dans un vase de Bohême préalablement taré. On évapore alors l'éther le plus rapidement possible en plongeant le vase dans l'eau chaude, après avoir placé au sein de la solution éthérée une spirale de platine. Aussitôt que le liquide ne mousse plus par agitation, on laisse refroidir et on pèse. On replace le vase dans le bain-marie pendant 10 minutes et on pèse,

ainsi de suite jusqu'à ce que la différence entre deux pesées consécutives n'excède pas $0^{gr},3$. On prend alors le nombre donné par l'avant-dernière pesée. L'excès de ce nombre sur la tare donne le poids de la partie non aldéhydique de l'essence. On obtient le poids d'aldéhyde par différence.

La vitesse d'évaporation a une grande influence sur l'exactitude des résultats. Cette méthode donne des nombres approchés à 1 pour 100 près.

On peut, lorsqu'il suffit d'obtenir des résultats approximatifs, opérer plus rapidement : Dans une fiole dont le col est divisé en dixièmes de centimètre cube on verse, au moyen d'une pipette, 10 centimètres cubes d'essence ; on ajoute petit à petit, en chauffant au bain-marie, une solution de bisulfite de sodium jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de composé solide. On étend ensuite d'eau jusqu'à ce que l'huile qui surnage se trouve dans l'intervalle des divisions. Il suffit de lire le volume de la partie non aldéhydique.

Essence de Cannelle de Ceylan (Cinnamomum zeylanicum). — Par distillation de l'écorce du *Cinnamomum zeylanicum* on obtient une huile incolore qui devient jaune en vieillissant et dont la densité à 15^0 varie entre 1,025 et 1,035. Cette essence renferme de l'aldéhyde cinnamique, de l'eugénol, du phellandrène.

On rencontre fréquemment dans le commerce un produit contenant, à côté d'une grande masse d'eugénol, une proportion assez considérable de safrol, et, au lieu d'aldéhyde cinnamique, une certaine quantité de terpène. Ce produit est évidemment de qualité inférieure, puisque l'aldéhyde cinnamique est le constituant principal de l'essence de cannelle.

Schimmel a recherché quelle pouvait bien être l'origine d'un semblable produit. A cet effet, il a étudié l'essence extraite des feuilles et reconnu que cette essence contient environ 87 pour 100 d'eugénol, du safrol et seulement des traces d'aldéhyde cinnamique (environ 0,1 pour 100), tandis que, au contraire, l'essence obtenue au moyen de l'écorce renferme 60-85 pour 100 d'aldéhyde cinnamique et seulement 4-8 pour 100 d'eugénol.

Il en résulte que l'essence de mauvaise qualité contient une plus ou moins grande proportion d'essence de feuilles. Cette dernière peut très bien ne pas avoir été ajoutée dans un but coupable ; il est fort possible, en effet, que dans un grand nombre de cas l'écorce soit distillée avec les feuilles.

Il résulte de ces considérations une méthode d'analyse et d'évaluation rationnelle de l'essence de cannelle, basée sur le dosage de l'aldéhyde cinnamique et de l'eugénol.

M. Umney dose l'aldéhyde cinnamique, comme il a été indiqué à propos de l'essence de cannelle de Chine, en mesurant la quantité d'essence non dissoute par une solution de bisulfite de sodium. Il détermine ensuite la teneur en eugénol de cette partie insoluble dans le bisulfite. Pour cela, l'huile est chauffée avec une solution de potasse à 10 pour 100 dans la fiole à col gradué déjà décrite. Pour amener la

partie insoluble dans l'intervalle des divisions, on ajoute non pas de l'eau, ce qui modifierait les résultats, mais la quantité nécessaire de la même solution de potasse.

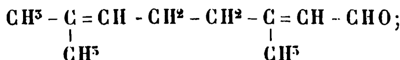
Les résultats fournis par ce procédé sont notablement trop forts. La méthode de M. Thoms, qui consiste à traiter, en refroidissant, la partie non aldéhydique de l'essence par du chlorure de benzoyle et une solution de soude et à peser le benzoyleugénol, a donné à Schimmel des résultats exacts à 1 pour 100 près.

Si l'on veut doser l'aldéhyde cinnamique, on opère comme dans le cas de l'essence de cannelle de Chine.

D'après M. Umney, l'essence de cannelle de Ceylan ne doit pas renfermer moins de 55 pour 100 d'aldéhyde. Cette essence est, en général, faiblement lévogyre. Elle est incomparablement plus estimée que celle de cannelle de Chine.

5° Groupe du Citral et du Citronnellal.

Le *citral* ou *géranial*, $C^{10}H^{16}O$, est un constituant important des essences de lemon grass, de mélisse, de citron, de cédrat ou de mandarines, et d'écorces d'oranges douces. C'est l'aldéhyde correspondant au géraniol; sa formule de constitution est donc celle d'un *diméthyl-octadiène* 2. 6-*ol* 8,



$$CH^3-\underset{\substack{|\\CH^3}}{C}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\substack{|\\CH^3}}{C}=CH-CHO;$$

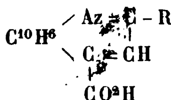
c'est également le citral qui prend naissance dans l'oxydation ménagée des linalols droit et gauche.

Il se présente sous la forme d'une huile incolore, possédant l'odeur agréable de l'essence de citron, bouillant à 117-119° sous 20 millimètres.

Sa densité est de 0,8972 à 15°; son indice de réfraction $n_D = 1,486116$. Il est inactif.

On le trouve en général dans les essences accompagné de son dihydrure, le *citronnellal* $C^{10}H^{18}O$

Ces deux aldéhydes peuvent être différenciées au moyen des produits de condensation décrits par M. Dœbner. Une réaction générale des aldéhydes est la formation d'acides β-naphto-cinchoniniques substitués



par condensation avec l'acide pyruvique et la β-naphtylamine. Le

citral fournit dans ces conditions un acide citryl-β-naphtocinchoninique fusible à 197°, le citronnellal un acide citronnellyl-β-naphto-cinchoninique fusible à 225°.

Le dosage rigoureux du citral est une opération des plus délicates. M. Garnett a proposé une méthode très simple en apparence. Elle consiste à transformer par hydrogénation le citral en géraniol, que l'on dose ensuite par la méthode de l'acétylation décrite plus haut. Malheureusement l'application n'est pas aussi aisée que la théorie est simple. M. Garnett opère l'hydrogénation en solution dans l'acide acétique cristallisable au moyen du sodium. Dans ces conditions, la transformation du citral en géraniol est loin d'être quantitative : il y a en même temps formation de produits de dédoublement et de produits de polymérisation. De plus le produit de la réduction doit être lavé à l'eau jusqu'à élimination absolue de l'acide acétique, en vue des opérations ultérieures, acétylation et saponification ; ce lavage entraîne la perte de quantités appréciables de produits oxygénés qui sont un peu solubles dans l'eau. Toutes ces causes concourent à donner des résultats trop faibles, tels qu'ils ne peuvent être admis pour le dosage d'un corps qui ne forme souvent que 6-8 pour 100 de l'essence analysée (essence de citron). De plus, M. Bertram a constaté que le limonène se combine avec l'acide acétique, en donnant des coefficients de saponification variant entre 3 et 8,5 pour 100.

La méthode qui consiste à acétyler directement le mélange contenant le citral, a donné des chiffres plus voisins de la vérité, mais sur lesquels on ne peut encore guère faire fond. Le titrage à la phtaléine est du reste rendu très incertain par la présence dans la liqueur des produits résineux qui prennent naissance dans l'acétylation. On voit que le procédé rigoureux de dosage du citral reste encore à trouver.

Essence de Lemon-grass ou *de Verveine de l'Inde.* — Cette essence est fournie par la distillation de plantes appartenant à des familles d'Andropogons encore mal définies. Elle possède une densité de 0,900. Le citral s'y trouve accompagné de géraniol et de méthylhepténone. C'est la matière première la plus propre à son extraction.

Essence de Mélisse. — L'essence de mélisse (*Melissa officinalis*) a été encore peu étudiée. Sa densité est de 0,900 environ.

Essence de Citron. — Le citral existe dans cette essence à côté du limonène $C^{10}H^{16}$, bouillant à 178°, du pinène (1,67 pour 100 d'après M. Haforn), d'un peu de cymène, et probablement du citronnellal. En effet, M. Dœbner, en traitant l'essence par l'acide pyruvique et la β-naphtylamine, a obtenu un mélange d'acides citryl- et citronnellyl-β-naphtocinchoniniques.

L'essence de citron est obtenue par la pression, comme l'essence de bergamote. D'après MM. Schimmel, sa densité doit être comprise entre 0,858 et 0,861 à 15°. Un abaissement notable dans la densité est l'indice d'une addition d'alcool.

Le pouvoir rotatoire oscille entre + 59° et + 64°. Si donc on a

ajouté de l'essence de térébenthine, droite ou gauche, l'examen au polarimètre permettra de s'en rendre compte. On observera dans ce cas un abaissement du pouvoir rotatoire. Il convient d'observer exactement la température dans le tube polarimétrique. Entre 10 et 20°, une élévation de température de 1° correspond à une diminution du pouvoir rotatoire de 9', entre 20 et 30° à une diminution de 8',2. Pour rendre les mesures comparables, on pourra les ramener toutes à une température uniforme, 20° par exemple.

Les falsificateurs ont pu mettre en défaut l'analyse au polarimètre en composant des mélanges d'essence de térébenthine et d'essence d'orange ayant un pouvoir rotatoire égal à celui de l'essence de citron. Naturellement cette fraude ne peut être pratiquée que dans les années où le prix de l'essence d'orange le permet. En soumettant un tel mélange à la distillation, le pinène de l'essence de térébenthine, bouillant vers 160°, passe dans les premières portions. Si l'on soumet cette première portion distillée à l'examen polarimétrique, on trouve un chiffre bien inférieur au chiffre fourni par l'essence, ce qui permet de conclure à la présence de la térébenthine. Le tableau suivant, que nous extrayons du *Bulletin* d'octobre de la maison Schimmel, montre la sûreté de la méthode :

	Rotation à 20°.	Rotation des premiers 10 0/0, à 20°.	Différence.
Essence de citron.	+ 61° 52'	+ 58° 55'	— 2° 57'
90 0/0 essence de citron. . . . . ; 10 0/0 mélange A { 71 0/0 essence d'orange, 29 0/0 — térébenthine française. }	+ 61° 45'	+ 54° 28'	— 7° 17'
90 0/0 essence de citron. . . . . ; 10 0/0 mélange B { 60 0/0 essence d'orange. 40 0/0 — térébenthine américaine. }	+ 61° 42'	+ 56° 52'	— 4° 50'
80 0/0 essence de citron . . . . ; 20 0/0 mélange A	+ 61° 26'	+ 49° 50'	— 11° 36
80 0/0 essence de citron . . . . . ; 20 0/0 mélange B	+ 61° 35'	+ 55° 14'	— 7° 21

Les différences pour l'essence pure et pour l'essence contenant 10 pour 100 d'impuretés sont au moins comme 1 et 2. Cet écart est suffisant pour que l'on puisse accorder une grande confiance à la méthode. Il est évident que les rectifications doivent être faites avec le même appareil et dans les mêmes conditions.

Essence d'Oranges. — On connaît deux essences d'oranges :

1° L'essence d'oranges douces (*Citrus aurantium* R.), obtenue au moyen de l'écorce des fruits frais et dont la densité varie entre 0,848 et 0,854. Son pouvoir rotatoire est d'environ + 96° à + 98° pour $l = 100$ millimètres. Elle renferme, comme éléments connus, du limonène et du citral.

Les propriétés physiques et les constituants connus de l'essence d'oranges amères (*Citrus bigaradia* R.) sont les mêmes. Cependant le pouvoir rotatoire de cette dernière essence descend quelquefois, mais bien rarement, jusqu'à $+92^0$.

Ces essences sont souvent fraudées avec de la térébenthine, de l'alcool, de l'essence de citron distillée.

L'adultération au moyen de l'alcool modifie le poids spécifique, tandis que cette constante physique ne change pas sensiblement par addition de térébenthine ou de citron.

Au contraire, le pouvoir rotatoire indique nettement toutes les fraudes, l'essence d'orange étant celle qui fait subir au plan de polarisation la plus forte déviation. Dans la détermination de cette constante, il faut tenir compte de l'influence de la température, c'est-à-dire retrancher du nombre trouvé 14',5 pour chaque degré de température au-dessous de 20^0 entre 10 et 20^0, ajouter 13',2 pour chaque degré de température au-dessus de 20^0 entre 20 et 30^0, de façon à ramener toutes les déterminations à la température de 20^0.

On fractionne généralement l'essence à examiner. Dans la première fraction, on caractérise, s'il y a eu addition de térébenthine, le pinène par son pouvoir lévogyre et son nitrosochlorure.

L'essai de solubilité dans l'alcool n'est pas applicable ici.

III. — LE CONSTITUANT PRINCIPAL EST UNE ACÉTONE

1° Méthylnonylcétone.

La méthylnonylcétone donne son odeur à l'*essence de rue*, dont elle forme la majeure partie. La densité de l'essence de rue est plus faible que celles des autres essences : 0,833-0,840 ; elle est faiblement dextrogyre : 0^0 13'-2^0 10'. Elle se solidifie entre + 8 et $+10^0$; l'introduction d'essence de térébenthine ou de pétrole abaisse son point de solidification. Elle se dissout complètement dans 2 ou 3 parties d'alcool à 70^0.

2° Irone.

Essence d'Iris. — On obtient cette essence en distillant au moyen de la vapeur d'eau les racines d'iris de Florence ou du Maroc préalablement pulvérisées.

Le parfum de l'iris est dû à l'irone, cétone de composition $C^{13}H^{20}O$, dont l'existence a été découverte par MM. Tiemann et Krüger. Cette cétone est contenue dans l'essence d'iris à la dose de 10-15 pour 100.

C'est une huile soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. Elle bout à 144^0 sous 16 millimètres de pression et dévie vers la droite le plan de polarisation de la lumière. Son oxime est cristallisée et fond à 121^0,5. L'acide iodhydrique la transforme en un hydrocarbure $C^{13}H^{18}$, que les auteurs ont appelé *irène*, et qui, sous l'influenee des oxydants, donne un acide $C^{12}H^{12}O^6$, l'acide ionirégène-tricarboxylique, dérivé carboxylique de l'acide diméthylhomophtalique.

MM. Tiemann et de Laire ont retiré des racines d'iris un glucoside non odorant, l'*iridine*, répondant à la formule $C^{24}H^{26}O^{13}$.

L'essence d'iris renferme, outre l'irone, de l'acide myricique, son éther méthylique, de l'acide, de l'aldéhyde et des éthers oléiques.

Elle est solide à la température ordinaire.

3° Groupe de la Carvone.

La carvone (ou carvol), $C^{10}H^{14}O$, est le constituant principal de l'essence de carvi. On rencontre aussi ce corps dans les essences d'aneth, de kuro-moji. On peut l'obtenir en convertissant les terpènes du groupe du limonène en composés isonitrosés, identiques avec la carvoxime, et les traitant ensuite à l'ébullition par l'acide sulfurique dilué.

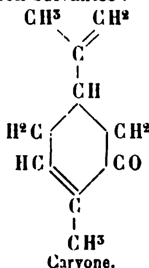
Cette cétone bout à 224,5-225° et fournit du cymène $C^{10}H^{14}$ sous l'action du trisulfure de phosphore ou de la poudre de zinc. Dans ce dernier cas il se forme en même temps un terpène.

Distillée sur la potasse caustique, la carvone subit une isomérisation et se transforme en carvacrol.

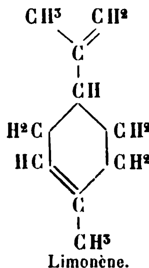
On connait la carvone droite, existant dans les essences de carvi et d'aneth, et la carvone gauche, qu'on rencontre dans l'essence de menthe verte.

La carvoxime, obtenue pour la première fois par MM. Goldschmidt et Zurrer, prend naissance lorsqu'on chauffe au bain-marie l'hydroxylamine en solution alcoolique et la carvone. M. Wallach prépare ce corps en agitant un mélange refroidi de limonène, de nitrite d'amyle et d'acide chlorhydrique fumant ; après addition d'acide acétique cristallisable ou d'alcool, une huile lourde se dépose et se prend ensuite en masse. L'ébullition avec la potasse alcoolique transforme ce produit en carvoxime cristallisant dans l'alcool en lames incolores fondant à 71°.

Sans insister davantage sur les divers faits de l'histoire de la carvone — histoire trop touffue pour pouvoir trouver ici la place qu'elle mérite — nous ajouterons que MM. Tiemann et Semmler ont été conduits à admettre pour ce corps et pour le limonène les formules de constitution suivantes :



Carvone.



Limonène.

Il est, en outre, intéressant de noter que le limonène accompagne généralement la carvone dans les huiles essentielles; ces deux corps sont, en effet, partie constituante des essences de carvi, d'aneth, de kuro-moji. Plusieurs méthodes ont été proposées pour le dosage de la carvone, mais toutes ont donné jusqu'ici des résultats insuffisants. MM. Benedikt et Strache chauffent la substance à examiner avec un poids connu de phénylhydrazine, filtrent l'hydrazone formée et oxydent, dans le liquide recueilli, l'excès de réactif au moyen de la liqueur de Fehling bouillante. Le volume de l'azote dégagé est mesuré; on en déduit la quantité de phénylhydrazine non employée et, par différence, le poids combiné avec la cétone.

Cette méthode, qui a donné de bons résultats pour le dosage de l'aldéhyde benzoïque dans l'essence d'amandes amères, de l'aldéhyde cuminique dans l'essence de cumin, de la méthylnonylcétone dans l'essence de rue, conduit à des nombres trop faibles dans le cas qui nous occupe.

MM. Kremers et Schreiner proposent le procédé suivant : On chauffe pendant une demi-heure au bain-marie, au réfrigérant à reflux une solution de 10 grammes d'essence dans 25 centimètres cubes d'alcool, additionnée de 5 grammes au moins de chlorhydrate d'hydroxylamine et de 6gr,5 de bicarbonate de sodium. On distille le tout au bain-marie en présence de 25 centimètres cubes d'eau pour chasser l'alcool. Le résidu est entraîné à la vapeur d'eau, la carvoxime, moins volatile que les substances qui l'accompagnent, ne commence à passer que vers la fin; on arrête l'opération dès qu'on voit des cristaux se déposer dans le produit qui distille. Ces cristaux sont ajoutés au contenu du ballon; le tout est versé dans un cristallisoir, lavé, essoré, séché et pesé. On ajoute au nombre trouvé 0gr,1 correspondant à la quantité volatilisée pendant la dessiccation au bain-marie et on multiplie le total par 0,9088 pour obtenir la teneur en carvone.

D'après M. Bertram, cette méthode n'est pas plus rigoureuse que la précédente; elle donne des résultats également trop faibles, car non seulement une certaine proportion de carvoxime passe pendant toute la durée de la distillation, mais encore il est fort difficile de juger à quel moment précis il faut interrompre l'entraînement.

Les procédés dont nous disposons pour le dosage de la carvone ne sont donc qu'approchés; néanmoins ils sont susceptibles de fournir des indications précieuses sur la valeur d'un produit, indications qu'il est bon de compléter par la détermination des constantes physiques.

Essence de Carvi. — Cette essence, extraite des fruits du *Carum carvi* L., dévie le plan de polarisation de la lumière de + 75 à + 85°. Son poids spécifique varie de 0,905 à 0,915.

Une fraude très courante consiste en la soustraction d'une certaine quantité de carvone, fraude à laquelle correspond un abaissement de densité, le poids spécifique de ce composé étant de 0,965. L'essence hollandaise renferme 60-65 pour 100 de carvone; le produit allemand

n'en contient que 40-50 pour 100. Sa valeur est proportionnée à la quantité de cet élément.

La térébenthine et l'alcool qui sont souvent ajoutés frauduleusement à cette essence réduisent toutes ses constantes.

Le limonène, avons-nous dit, accompagne la carvone, qui paraît être un produit de progression de ce terpène.

D'après Schimmel, une essence de carvi serait d'autant plus riche en carvone que le degré de maturité de la plante ayant servi à son extraction serait plus avancé.

L'*essence d'Aneth* (Anethum graveolens), dont le poids spécifique varie entre 0,905 et 0,915 et le pouvoir rotatoire entre + 70 et + 80°, renferme également de la carvone, comme constituant principal, à côté d'une certaine proportion de limonène et d'un second terpène bouillant à 155-160°.

Nous signalons, à propos de l'Apiol, la présence d'un isomère de ce dernier corps dans l'essence d'aneth des Indes Orientales.

Essence de Kuro-moji (Lindera sericea). — Ce produit, originaire du Japon, dévie de — 0° 4′ le plan de polarisation de la lumière et renferme de la carvone, du limonène, du dipentène et du terpinéol. Son poids spécifique est de 0,892.

4° Groupe de la Fenone.

Cet isomère du camphre se trouve dans l'essence de fenouil et dans celle d'anis de Russie; cette dernière n'en renferme que 1 pour 100, ainsi que l'a montré M. Bouchardat. On peut l'extraire de ces deux essences en oxydant l'anéthol qui l'accompagne et séparant l'aldéhyde anisique formée au moyen de sa combinaison bisulfitique. La cétone ainsi isolée est lévogyre. M. Wallach a retiré de l'essence de thuya une fenone dextrogyre dont les propriétés sont, au pouvoir rotatoire près, les mêmes que celles de la fenone gauche. La fenone a les caractères d'une cétone saturée.

Elle donne une oxime et un nitrile $C^9H^{15}CAz$. Celui-ci, par ébullition avec la potasse alcoolique, donne, outre l'acide fenolénique $C^9H^{15}.CO^2H$, de l'α-isofenonoxime que M. Wallach a reconnue être l'amide de cet acide et à laquelle il attribue dès lors la formule $C^9H^{15}-COAzH^2$. Les acides étendus transforment l'α-isofenonoxime en un isomère, la β-isofenonoxime, qui jouit de propriétés basiques. Ce composé est comparable au carbostyrile.

Par réduction, la fenone est transformée en un alcool $C^{10}H^{18}O$, le fenol.

L'α-isofenonoxime en solution alcoolique donne, sous l'action du sodium de l'acide fenolénique, de la fenolénamine et un nouvel alcool $C^{10}H^{18}O$, l'alcool isofenolénique, qui se comporte comme un composé non saturé.

L'acide sulfurique étendu transforme cet alcool en fenénol, analogue au cinéol.

M. Wallach a cherché à établir que la fenone et le camphre présentent entre eux les relations des combinaisons méta et para. Tandis que le camphre donne, sous l'action de l'anhydride phosphorique, du *para*-méthylisopropylbenzène, la fenone fournit, dans les mêmes circonstances, du *méta*-méthylisopropylbenzène.

Essence de Fenouil. — Cette essence s'obtient par distillation des fruits du *Fœniculum vulgare.*

Elle renferme, outre la fenone, du pinène, du phellandrène, du dipenthène, de l'anéthol.

La Galicie et la Roumanie sont les principaux centres de production.

L'essence de fenouil du Japon contient, d'après M. Umney, une grande proportion d'anéthol et environ 10 pour 100 de fenone. La teneur en fenone se détermine par la méthode bien connue qui sert à doser la menthone.

L'essence de fenouil fait subir au plan de polarisation de la lumière une déviation variant entre $+7^0$ et $+22^0$ pour $l = 100$ millimètres.

5° Groupe de la Pulégone.

MM. Beckmann et Pleissner ont montré que l'essence de menthe pouliot contient, à la dose de 80 pour 100, un isomère du camphre, la pulégone, dont les propriétés sont celles d'une cétone non saturée. Cette cétone traitée en solution alcoolique par le bisulfite de sodium, a donné à MM. Baeyer et Heinrich une combinaison cristallisée qui, sous l'action de la potasse, régénère la pulégone bouillant à 100-101° sous 15 millimètres. Ces savants ont préparé également la semicarbazide de la pulégone qui fond à 172°.

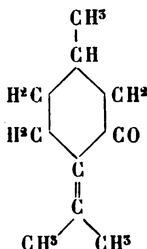
Le dérivé bisnitrosé de la pulégone, ainsi que l'ont montré MM. Baeyer et Prentice, diffère des combinaisons analogues en ce qu'il est susceptible de se dédoubler en un acide bisnitrosylique ou en une oxime, suivant qu'on le traite par l'acide chlorhydrique ou par les alcalis.

La pulégone est susceptible de donner deux oximes, l'une dite *anormale*, formée par addition de l'hydroxylamine et à laquelle correspond une amine anormale; l'autre dite *normale*, formée avec élimination d'eau entre la pulégone et l'hydroxylamine et donnant par réduction une pulégonamine normale.

Contrairement à ce qui a lieu pour la fenone et la thuyone, qui donnent avec le formiate d'ammonium des amines ayant le même nombre d'atomes de carbone, la pulégone donne naissance, dans ces conditions, à deux bases distinctes, dont l'une est l'heptylénamine $C^7H^{13}.AzH^2$, et l'autre doit être considérée comme l'amine secondaire $(C^7H^{13})^2AzH$.

M. Semmler, qui, par oxydation ménagée de la pulégone, a obtenu de l'acétone ordinaire et de l'acide β-méthyladipique, a été conduit à

assigner à cette cétone la constitution



Cette formule est corroborée par ce qui précède, ainsi que par le dédoublement de la pulégone en acétone et méthylhexanone cyclique sous l'action de l'acide formique ou de l'eau sous pression. Cette méthylhexanone cyclique peut être transformée en heptylénamine identique avec celle obtenue au moyen du formiate d'ammonium.

La pulégone dibromée donne, sous l'action du méthylate de sodium, un acide, l'acide pulégénique $C^{10}H^{14}O^{2}$.

Ajoutons enfin que M. Tiemann et Schmidt, en chauffant le citronnellal avec l'anhydride acétique, ont obtenu un alcool cyclique $C^{10}H^{18}O$, qui a donné par oxydation une cétone, l'isopulégone, semblable à celle de l'essence de menthe pouliot, mais à point d'ébullition moins élevé.

Essence de Menthe pouliot (Mentha pulegium). — Cette essence est produite principalement par l'Espagne, l'Algérie et le Midi de la France. Sa densité à 15° varie entre 0,935 et 0,955. Son pouvoir rotatoire pour $l = 100$ millimètres est compris entre $+18°$ et $+23°$. Elle renferme environ 80 pour 100 de pulégone.

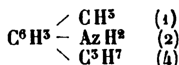
6° Groupe de la Thuyone.

La thuyone a été isolée de l'essence de tanaisie par M. Bruylants, qui, lui attribuant la fonction aldéhydique, l'avait désignée sous le nom d'*hydrure de tanacétyle*. Plus tard, M. Semmler a extrait cet isomère du camphre des essences de tanaisie, de sauge, d'absinthe, et l'a appelé, selon son origine, *tanacétone*, *salvione* ou *absinthone*. M. Wallach a étudié la thuyone de l'essence de thuya.

M. Semmler n'a pu obtenir la combinaison bisulfitique de la thuyone et de la salvione, mais Schimmel y est parvenu. Toutes les cétones ayant donné les mêmes dérivés, on a dû conclure à leur identité.

M. Semmler, opérant sur la tanacétone, a obtenu par réduction un

alcool $C^{10}H^{18}O$, saturé comme la cétone qui lui donne naissance. L'oxime de la tanacétone $C^{10}H^{16}=AzOH$ est transformée, par l'acide sulfurique étendu, en cymidine



$$C^6H^3 \begin{cases} CH^3 & (1) \\ AzH^2 & (2) \\ C^3H^7 & (4) \end{cases}$$

donnant du carvacrol par oxydation.

Le point de fusion de cette oxime, 54-55°, est le même que celui de la thuyone de M. Wallach. Par réduction, la tanacétoxime fournit une amine $C^{10}H^{17}-AzH^2$, identique avec celle que M. Wallach a obtenue par l'action du formiate d'ammonium sur la thuyone.

Le chlorhydrate de cette base a donné, du reste, aux deux savants le même hydrocarbure $C^{10}H^{16}$, appelé par l'un *tanacétène* et par l'autre *thuyène*.

Semmler a montré que la tanacétone donne, sous l'action du brome en solution alcaline, du bromoforme et de l'acide tanacétogénique $C^8H^{13}.COOH$.

Par oxydation au moyen du permanganate de potassium, la tanacétone a été transformée en un acide cétonique $C^{10}H^{16}O^3$, fournissant deux oximes isomériques. M. Wallach a obtenu avec la thuyone deux acides α- et β-thuyacétoniques, donnant respectivement des oximes α et β identiques avec celles de M. Semmler.

L'acide thuyacétonique, par la distillation sèche, se décompose en CO^2 et thuyacétone $C^9H^{10}O$ qui, par déshydratation, est transformée en dihydropseudocumène. M. Wallach a montré que la thuyone donne un tribromure caractéristique fondant à 122°, au moyen duquel il a pu identifier la tanacétone et la thuyone.

Chauffée avec l'acide sulfurique étendu, la thuyone est transformée en isothuyone bouillant 30° plus haut et donnant une oxime qui fond à 118-120°. Ceci sans distinction d'origine de la thuyone.

L'isothuyone donne, par réduction, un alcool $C^{10}H^{20}O$, le dihydroisothuyol, qu'on peut transformer par oxydation en une cétone $C^{10}H^{18}O$, la thuyamenthone.

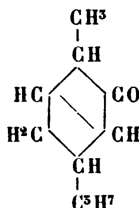
L'oxime (point de fusion 54-55°) est transformée par le perchlorure de phosphore en une nouvelle oxime fondant à 90°.

Il existe donc trois oximes isomériques, qui donnent, par réduction, trois amines également isomériques.

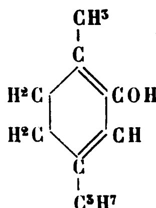
M. Semmler a réalisé une nouvelle isomérisation de la tanacétone (thuyone) en chauffant celle-ci en tube scellé à 280°. Il s'est formé ainsi la carvotanacétone (carvothuyone), dont la constitution est probablement celle d'un alcool $C^{10}H^{15}OH$, à deux doubles liaisons, jouant le rôle de cétone dans sa combinaison avec l'hydroxylamine.

Le fait de la transformation de la tanacétone en carvotanacétone confirme la formule de constitution que M. Semmler a été conduit à assigner à la tanacétone par suite de la possibilité de passer de

celle-ci au carvacrol. Cette formule est la suivante :



Celle de la carvotanacétone serait



Essence de Tanaisie (Tanacetum vulgare). — La densité de cette essence est de 0,954 ou 0,916-0,930, selon que la matière première était sèche ou fraîche. Son constituant principal est la thuyone (tanacétone), qui y est contenue à la dose de 70 pour 100, à côté du camphre gauche et du bornéol.

Essence de Thuya. — La distillation des racines de *Thuya orientalis* fournit 2.75 pour 100 d'une essence ayant une densité de 0,979 et renfermant comme constituant principal, à côté de la fenone gauche et du pinène droit, de la thuyone, identique avec celle de l'essence de tanaisie et dont la proportion atteint jusqu'à 50 pour 100.

Dans les fractions bouillant à température élevée, M. Wallach a trouvé une substance qu'il considère comme de la carvone inactive.

L'essence de thuya imprime au plan de polarisation une déviation de — 8° à — 14° ($l = 100$ millimètres).

Essence d'Absinthe (Artemisia absynthium). — Cette essence est produite par la France, l'Algérie, l'Espagne, les Etats-Unis. Sa densité varie entre 0,925 et 0,950. Elle renferme principalement de la thuyone, ainsi qu'une petite quantité d'un terpène et d'un hydrocarbure. L'essence d'absinthe est souvent additionnée d'essence de térébenthine, de baume de copahu et d'alcool.

Essence de Sauge (Salvia officinalis). — Les principaux pays de production sont l'Italie et l'Allemagne.

Elle renferme notamment de la thuyone (jusqu'à 50 pour 100), du

pinène, du cinéol, du bornéol. M. Muir a annoncé la présence du camphre dans l'essence de sauge ; mais Schimmel, opérant sur le produit allemand, n'a pas rencontré la moindre trace de ce corps.

Ce dernier décrit, sous le nom d'essence de sauge muscat (*Salvia sclarea*), un produit qui, par ses propriétés organoleptiques, aussi bien que par sa composition chimique, se rapproche de l'essence de lavande. Elle renferme, en effet, 50,4 pour 100 d'acétate de linalyle.

IV. — LE CONSTITUANT PRINCIPAL EST UN PHÉNOL OU UN DÉRIVÉ PHÉNOLIQUE.

1° Thymol et Carvacrol.

Essence d'Ajowan ptycholis. — Cette essence, obtenue par distillation des semences, ressemble beaucoup à celle de thym, mais elle contient une proportion de thymol plus grande que cette dernière. Sa densité varie entre 0,900 et 0,930.

Elle renferme de 30-40 pour 100 de thymol, de 15 à 20 pour 100 de cymène, 30-40 pour 100 de thymène $C^{10}H^{16}$, enfin de petites quantités de carvacrol. Cette essence sert à l'extraction du thymol.

Essence de Thym (Thymus vulgaris). — L'essence de thym est préparée surtout dans le Midi de la France, en Angleterre, en Espagne, en Saxe. Ses constituants principaux sont le thymol et le carvacrol.

Une essence de thym pure en contient au moins 20 pour 100 ; une bonne essence en renferme environ 25 pour 100.

Le dosage des phénols s'opère au moyen d'une solution de potasse. Il suffit de mesurer le volume de l'huile insoluble et on a, par différence, la proportion de phénol.

Cette essence renferme encore du pinène, du cymène, du bornéol et probablement du linalol.

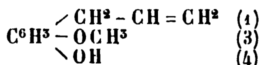
Le poids spécifique varie avec la provenance, et aussi selon que l'essence a été extraite de plantes fraîches ou de plantes sèches.

Essence de Serpolet. — L'essence obtenue en distillant les sommités fleuries du *Thymus serpyllum* a un poids spécifique de 0,917 environ à 15°, un pouvoir rotatoire de — 10° 30′ et renferme, comme constituants principaux, du thymol et un peu de carvacrol.

Essence de Monarde. — Le produit, extrait de la *Monarda punctata*, renferme de 25 à 30 pour 100 d'un thymol déviant vers la droite le plan de polarisation, alors que le thymol de l'essence de thym est inactif.

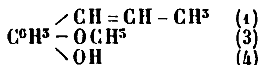
2° Groupe de l'Eugénol et du Bételphénol.

La constitution de l'eugénol est exprimée par la formule



$$C^6H^3 \begin{cases} CH^2 - CH = CH^2 & (1) \\ OCH^3 & (3) \\ OH & (4) \end{cases}$$

C'est un liquide bouillant à 247-248°, que la potasse alcoolique à l'ébullition transforme en son isomère l'isoeugénol,



$$C^6H^3 \begin{cases} -CH=CH-CH^3 & (1) \\ -OCH^3 & (3) \\ -OH & (4) \end{cases}$$

dont l'odeur rappelle celle de l'œillet et qui est la matière première de la préparation de la vanilline.

Cette isomérisation s'obtient avec de meilleurs rendements en versant l'eugénol sur la potasse fondue. Nous n'insisterons pas sur les détails de cette opération.

L'eugénol est le constituant principal des essences de girofle, de bay ou *Myrcia acris* et de massoy.

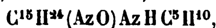
Quant au bételphénol, l'élément essentiel de l'essence de bétel, c'est un isomère de position de l'eugénol, distinct de l'isoeugénol.

Essence de Girofle (Caryophyllus aromaticus). — Cette essence est obtenue par distillation des clous de girofle avec de l'eau additionnée de sel marin. Elle est surtout utilisée pour l'extraction de l'eugénol devant servir à la préparation de la vanilline.

Son constituant principal est, avons-nous dit déjà, l'eugénol, qu'on y rencontre à la dose de 90 à 92 pour 100.

Le caryophyllène, sesquiterpène de l'essence de girofle, peut être caractérisé au moyen du point de fusion (148-149°) de son dérivé nitrosé $C^{15}H^{24}(AzO^2)^2$, dérivé que l'on obtient de la façon suivante. On mélange 10 centimètres cubes de caryophyllène avec 9 centimètres cubes de nitrite d'amyle, 16 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable, et à la solution refroidie à — 15° on ajoute un mélange également froid d'acide acétique cristallisable et d'acide azotique concentré. La solution verdit et laisse déposer un précipité cristallin, dont on favorise la formation par addition d'alcool. On fait cristalliser ensuite dans le benzène.

La pipéridine donne, avec ce dérivé, la nitrolamine



$$C^{15}H^{24}(AzO)AzH\,C^5H^{10},$$

fusible à 141-143°.

Schimmel a montré récemment qu'il se forme du furfurol et de l'alcool méthylique dans la distillation des clous de girofle.

L'essence de girofle est faiblement dextrogyre ; son poids spécifique varie de 1,045 à 1,065. Sa valeur dépend uniquement de sa richesse en eugénol. Il importe donc de doser ce phénol, ce qu'on peut faire en opérant de la façon suivante : On agite la partie de l'essence bouillant au-dessus de 200° avec une lessive de potasse au 1/10. On laisse reposer et l'on décante l'huile qui surnage. La liqueur alcaline est décomposée au moyen de l'acide chlorhydrique étendu ; l'eugénol mis en liberté est extrait à l'éther et pesé dans un vase taré après évaporation du dissolvant.

Ce procédé ne donne que des résultats approchés. Il est préférable d'employer la méthode de M. Thoms, qui consiste à traiter l'essence au

moyen du chlorure de benzoyle en présence d'une solution de soude en ayant soin de refroidir énergiquement. On sépare ensuite le sesquiterpène et on pèse le benzoyleugénol. Cette méthode donne des résultats approchés à 1 pour 100.

L'essence de girofle est souvent fraudée avec l'alcool, les huiles grasses, la teinture alcoolique de girofle et le phénol.

L'essence de Massoy, retirée de l'écorce du *Massoia aromatica*, a pour poids spécifique 1,058 et renferme, outre l'eugénol, du pinène, du limonène, du dipentène et du safrol.

Essence de Bay ou *de Myrcia acris*. — Cette essence, dont le poids spécifique varie entre 0,965 et 0,985, renferme de l'eugénol, du citral, du méthyleugénol, du chavicol, du méthylchavicol ou estragol, du phellandrène, enfin un terpène particulier, le myrcène.

La valeur d'une semblable essence dépend de la proportion de phénols qu'elle contient et qui varie entre 60 et 65 pour 100.

On pratique ce dosage par la méthode indiquée plus haut.

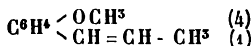
L'essence de bay ne renferme point de pinène. La présence de ce corps indique donc la fraude au moyen de la térébenthine. On caractérise le pinène au moyen de son nitrosochlorure et de la pinène-nitrolbenzylamine. Cette essence est souvent additionnée d'essences de girofle ou de piment, qui renferment toutes deux de grandes proportions d'eugénol.

Essence de Bétel. — La distillation des feuilles de *Piper betle* renferme principalement du bételphénol. Cette essence contient, en outre, du cadinène et le plus souvent du chavicol.

Le bételphénol distille à 128-129° sous 11 millimètres et donne un dérivé benzoylé fondant à 49-50°.

3° Groupe de l'Anéthol et de l'Estragol.

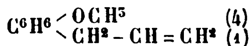
L'anéthol est l'éther méthylique du parapropénylphénol,



$$C^6H^4 \begin{cases} OCH^3 & (4) \\ CH = CH - CH^3 & (1) \end{cases}$$

Ses isomères ortho et méta ont été obtenus pour la première fois par M. Moureu, en chauffant les éthers méthyliques de l'aldéhyde salicylique et de l'aldéhyde métaoxybenzoïque avec du propionate de sodium et de l'anhydride propionique.

L'estragol, qu'on rencontre dans un certain nombre d'essences, à côté de l'anéthol, est l'isomère allylique de ce dernier,



$$C^6H^6 \begin{cases} OCH^3 & (4) \\ CH^2 - CH = CH^2 & (1) \end{cases}$$

L'ébullition avec la potasse alcoolique transforme l'estragol en anéthol, et en général (eugénol, safrol, etc.) les composés à chaînes allyliques en composés à chaînes propényliques, avec élévation des points de

fusion et d'ébullition. Nous étudierons, comme essences dont le constituant principal est l'anéthol ou l'estragol, celles d'anis, de badiane et d'estragon. L'essence de fenouil contient aussi une grande proportion de ces deux corps; nous avons cru néanmoins devoir la classer ailleurs, à cause de la puissante odeur de la fenone qui donne à cette essence l'arome qui lui est propre.

MM. Dupont et Guerlain ont rencontré l'estragol dans l'essence de basilic (*Ocymum basilicum*), où il accompagne le linalol gauche.

Essence d'Anis (Pimpinella anisum). — Cette essence provient surtout de la Russie. Elle nous est aussi fournie par le Midi de la France, le Chili, etc. Son poids spécifique est de 0,980-0,990, son constituant principal l'anéthol (90 pour 100 environ). L'essence d'anis renferme également une certaine proportion d'estragol, ainsi que 1 pour 100 de fenone, d'après MM. Bouchardat et Tardy.

Sa valeur dépend uniquement de la proportion d'anéthol qu'elle contient.

Pour doser l'anéthol, on peut provoquer par le froid la cristallisation de l'essence, exprimer et peser l'anéthol; mais on se contente généralement de déterminer le point de fusion ou mieux le point de solidification du produit brut.

Le nombre obtenu doit être compris entre $+14$ et $+19^0$.

Voici comment il convient d'opérer : On fond l'essence et on agite pour rendre le produit bien homogène. On fait plonger un thermomètre bien exact dans 200 grammes d'essence, en refroidissant avec de l'eau glacée et ayant soin de ne pas agiter, pour ne point activer la cristallisation. Lorsque le thermomètre est descendu à $+5^0$, on provoque la cristallisation au moyen d'un fragment d'anéthol et on remue énergiquement pour activer cette cristallisation.

Le thermomètre monte et s'arrête au point de solidification.

Essence de Badiane ou *d'Anis étoilé* (Illicium anisatum). — Cette essence est préparée en Chine. Sa densité est de 0,980-0,990.

Elle renferme, comme constituant principal, l'anéthol, à côté de l'estragol, du safrol, du pinène, du phellandrène et de l'éthoxyhydroquinone.

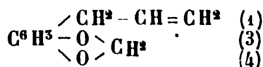
Ce que nous avons dit pour l'essence d'anis s'applique à celle de badiane, dont le point de solidification doit être compris entre $+14$ et $+18^0$.

Essence d'Estragon (Artemisia dracunculus). — Son constituant principal est l'estragol ou paraméthoxyallylbenzène. Le poids spécifique de cette essence est de 0,92-0,96. L'essence d'estragon est faiblement dextrogyre. Elle renferme, outre l'estragol, une petite quantité d'hydrocarbure et parfois de l'acide anisique.

Schimmel considère le méthylchavicol de M. Eykman, distillant à 226-230^0, comme identique avec l'estragol, quoique le point d'ébullition de ce dernier corps soit de 215-216^0, tandis que M. Grimaux pense se trouver en présence de deux isomères stéréochimiques.

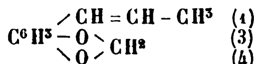
4° Groupe du Safrol.

Le safrol répond à la formule

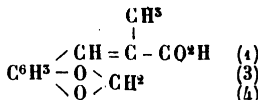


Il fond à $+8^0$ et bout à 233^0.

La potasse alcoolique le transforme en son isomère l'isosafrol,



qui donne, par oxydation, le pipéronal. M. Moureu a réalisé la synthèse de l'isosafrol en décomposant par la chaleur l'acide méthylène homocaféique,



Nous signalons, à propos du groupe du camphre, la source industrielle du safrol, l'essence de camphre. Nous n'étudierons ici qu'une essence dont le safrol est le principe essentiel, celle du sassafras.

Essence de Sassafras. — Les racines et l'écorce du *Sassafras officinalis* donnent 7,5 pour 100 d'une essence de poids spécifique 1,875 et déviant de $+3^0 10'$ vers la droite le plan de la lumière polarisée (pour $l = 100$ millimètres). L'étude de la composition de cette essence, faite en 1869 par MM. Grimaux et Ruotte, qui y ont annoncé la présence de 90 pour 100 de safrol et de 10 pour 100 d'un hydrocarbure, le *safrène*, a été reprise en 1890 par M. Pomeranz, qui a signalé la présence de 0,23 pour 100 d'eugénol, et, plus récemment, par les chimistes de la maison Schimmel.

Ces derniers ont, après séparation du safrol (80 pour 100), caractérisé l'eugénol (0,5 pour 100) par le point de fusion de sa combinaison benzoylée. Ils ont fractionné le reste de l'essence : La 1re fraction (155-175°) (10 pour 100) est un mélange de pinène et de phellandrène (caractérisés le premier, au moyen de la pinène-nitrolbenzylamine, le deuxième par son nitrite).

La 2e fraction (200-220°) renferme du camphre droit caractérisé par son oxime et dosé ainsi qu'il est dit à propos du groupe du camphre. L'essence en contient 6,8 pour 100.

La 3e fraction (230°) est du safrol.

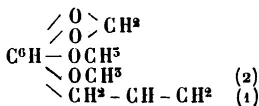
Enfin, dans la fraction 260-270°, la présence d'un sesquiterpène a été caractérisée par la coloration violette obtenue au moyen de l'acide acétique et d'un peu d'acide sulfurique.

Remarquons en passant que la composition qualitative de l'essence de sassafras est la même (à peu de chose près) que celle de l'essence de camphre; mais dans la première c'est le safrol qui domine et qui lui donne le parfum qui lui est propre.

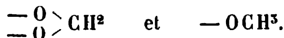
M. Flückiger a distillé des feuilles de sassafras et obtenu une essence à odeur citronnée, renfermant principalement du citral caractérisé par l'acide citryl-β-naphtocinchoninique fusible à 196°.

5° Groupe de l'Apiol.

MM. Ciamician et Silber ont récemment étudié un nouvel apiol extrait de l'essence d'aneth. L'apiol de l'essence de persil et celui de l'essence d'aneth des Indes auraient, d'après ces savants, la constitution suivante :

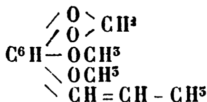


L'isomèrie proviendrait, d'après eux, de la différence des positions respectives des résidus



Ces positions seraient pour l'un des deux corps (5) (4), pour l'autre (4) (5).

L'éthylate de sodium sec transforme, à 150-170°, chacun de ces deux apiols en son isomère propénylique, l'isapiol correspondant :



L'apiol de l'essence de persil fond à 30-31° et bout à 294°.

Essence de Persil. — La distillation des semences de l'*Apium petroselinum* donne de 2 à 6 pour 100 d'une essence dont la densité est de 1,07 et qui renferme, à côté d'une certaine proportion de pinène, l'apiol dont il a été question plus haut et dont la médecine fait un usage constant. Schimmel a aussi obtenu cette essence par distillation des feuilles, mais le rendement a été très faible (0,06-0,08 pour 100). La densité de l'essence des feuilles est de 0,923.

Le constituant principal de l'essence d'aneth n'étant pas l'apiol qu'elle renferme, nous ne nous arrêtons pas ici sur ce produit.

V. — CINÉOL ET CAMPHRE

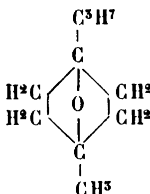
1° Groupe du Cinéol.

Le cinéol, isomère du bornéol, est le constituant principal des essences d'eucalyptus et de cajeput. C'est un liquide cristallisant à 0° et bouillant à 174° environ. Son odeur rappelle celle du camphre. Il est inactif.

Oxydé au moyen du permanganate, le cinéol donne les acides acétique, carbonique, oxalique et cinéolique ; l'anhydride de ce dernier donne, par la distillation sèche, une méthylhepténone identique avec la méthylhepténone naturelle.

Les acides chlorhydrique et bromhydrique secs donnent, lorsqu'on refroidit le cinéol, des cristaux répondant aux formules $C^{10}H^{18}O.HCl$ ou $C^{10}H^{18}O.HBr$, qui, sous l'action de l'eau, régénèrent le cinéol. Cette propriété est utilisée pour la recherche du cinéol.

Disons enfin que MM. Brühl et Wallach ont été conduits à assigner à cet isomère du camphre la formule de constitution suivante :



Essences d'Eucalyptus. — On connaît un grand nombre d'espèces d'eucalyptus fournissant au commerce des essences dont la composition est très différente. Nous étudierons spécialement l'essence d'*Eucalyptus globulus*, originaire de l'Algérie et du Midi de la France.

Outre le cinéol, qui est son constituant principal, l'essence d'*Eucalyptus globulus* renferme encore du pinène, des aldéhydes valérique, butyrique, caproïque, des alcools éthylique et amylique.

C'est un liquide à odeur camphrée, dont le poids spécifique est de 0,91-0,93 et le pouvoir rotatoire compris entre $+1^0$ et $+20^0$ ($l = 100$ millimètres).

Certaines espèces d'eucalyptus fournissent des essences ne renfermant pas ou presque pas de cinéol. On y reconnaît la présence de ce corps au moyen des réactions indiquées à propos de la recherche de l'aspic dans la lavande.

La valeur d'une essence d'eucalyptus dépend de sa richesse n cinéol, qui varie de 50 à 70 pour 100.

M. Scammel a indiqué pour doser le cinéol un procédé consistant à combiner ce corps bien refroidi avec l'acide phosphorique ($d = 1,8$). Il se forme un composé cristallisé, qu'on essore et qu'on décompose au moyen de l'eau chaude.

Cette opération peut être utilisée à la fois pour extraire et pour doser le cinéol.

L'essence d'*Eucalyptus amygdalina* contient du phellandrène et du cinéol ; son pouvoir rotatoire est de —27 à —68° pour $l = 100^{mm}$. Le phellandrène peut être caractérisé de la façon suivante : 5 centimètres cubes d'essence sont dissous dans 10 centimètres cubes d'éther de pétrole ; on ajoute une solution de 5 grammes de nitrite de sodium dans 8 grammes d'eau et ensuite 5 centigrammes d'acide acétique cristallisable. On essore les cristaux à la trompe, on les lave à l'eau, puis à l'alcool méthylique.

L'essence d'*Eucalyptus citriodora* bout entre 223 et 233° et renferme notamment du citral, caractérisé par sa transformation en acide citryl-β-naphtocinchoninique.

Une autre essence, celle d'*Eucalyptus dealbata*, bout entre 206 et 216° et contient une grande proportion de citronnellal.

L'essence de Cajeput est retirée des feuilles, des tiges et de l'écorce de certains *Melaleuca*, et notamment du *Melaleuca leucodendron*. Elle renferme du cinéol (environ les 2/3), 10 pour 100 de térébenthène, un isomère du térébenthène, enfin environ 5 pour 100 de terpinéol et des produits accessoires peu abondants.

Le poids spécifique de cette essence varie entre 0,92 et 0,95. Elle est lévogyre, sauf celle provenant du *Melaleuca uncinata*.

Essence de Myrte (Myrtus communis). — Ce produit est originaire de Corse et d'Espagne ; sa densité est de 0,89 — 0,92. On a pu caractériser dans cette essence, à côté du cinéol, le pinène et le dipentène .

2° Groupe du Camphre.

Nous n'insisterons point sur l'histoire du camphre ; nous rappellerons seulement les principales propriétés physiques de ce corps :

Point de fusion.	177-178°
Point d'ébullition.	205°

Le camphre est caractérisé par le point de fusion, 116°, de sa camphoroxime.

Disons aussi que M. Haller a indiqué un procédé fort ingénieux pour séparer le camphre et le bornéol dans les essences qui contiennent simultanément ces deux éléments. Ce savant traite le mélange avec l'acide succinique de façon à obtenir le succinate acide de bornyle,

qui est séparé du camphre par dissolution dans le carbonate de sodium. Après saponification, le bornéol est recueilli par sublimation.

Pour doser le camphre, on opère de la façon suivante : On réduit le camphre au moyen du sodium et de l'alcool, puis on acétyle le bornéol ainsi formé. On est alors ramené à un dosage pur et simple d'acétate de bornyle.

Essence de Camphre. — La distillation du bois, des racines et des feuilles du *Laurus camphora* fournit une essence laissant déposer du camphre. La partie liquide bout entre 165 et 270°. Elle renferme du camphre, du safrol, de l'eugénol, du cinéol, probablement du terpinéol, du cadinène, du pinène, du dipentène et du phellandrène.

Cette essence sert à l'extraction du safrol destiné à la préparation du pipéronal, qui, mélangé avec une certaine proportion de vanilline, constitue l'héliotropine. Les produits secondaires de cette préparation sont au nombre de deux : 1° la partie bouillant vers 175°, renfermant du pinène, du phellandrène, du dipentène et probablement du terpinéol, constitue l'huile légère de camphre; 2° la partie bouillant entre 240 et 270° est connue dans le commerce sous le nom d'*huile lourde de camphre*.

Le poids spécifique de la première est de 0,895-0,920; celui de la deuxième varie entre 0,96 et 0,97.

Essence de Romarin (Rosmarinus officinalis). — L'essence française, la plus recherchée, est obtenue par distillation des sommités fleuries; celle d'Italie est extraite des feuilles. Le poids spécifique de cette dernière est moins élevé que celui de l'essence française.

L'essence de romarin renferme une grande proportion de pinène, du cinéol, enfin du bornéol et du camphre dans les fractions les plus hautes. Ces deux derniers corps peuvent être séparés par la méthode de M. Haller.

Le camphre de romarin est un mélange de camphres droit et gauche.

Cette essence est fraudée généralement par addition de térébenthine, d'alcool, de pétrole ou d'huiles grasses.

Les caractères de pureté d'une essence de romarin sont les suivantes : Le poids spécifique ne doit pas être inférieur à 0,900. L'essence doit être faiblement dextrogyre et donner une solution limpide, à la température de 20°, avec 1/2-1 1/2 fois son volume d'alcool à 90 pour 100 ou 10 fois son volume d'alcool à 80 pour 100.

VI. — TERPÈNES ET SESQUITERPÈNES.

Un certain nombre d'essences ne renferment, comme éléments oxygénés, que des produits jouant un rôle secondaire au point de vue organoleptique. Les constituants principaux de ces essences sont des terpènes ou des sesquiterpènes. L'histoire de ces hydrocarbures est

fort incomplète et réunit une série discontinue de faits encore discutés. Nous nous bornerons à signaler, au fur et à mesure que l'occasion s'en présentera, quelques réactions permettant d'opérer la recherche et l'identification de ces corps.

Essence de Térébenthine. — L'élément essentiel de cette essence est le pinène, dont nous indiquons la réaction caractéristique à propos de la recherche des falsifications de l'essence de lavande.

Rappelons que l'essence de térébenthine américaine est dextrogyre et la térébenthine française lévogyre.

Leur poids spécifique varie entre 0,855 et 0,876.

Essence de Cyprès. — La distillation des feuilles et des jeunes branches du *Cupressus sempervirens* donne 0,6 pour 100 d'une essence jaunâtre de poids spécifique 0,887 et déviant de $+5^{0}37'$ le plan de la lumière polarisée.

La plus grande partie de l'essence est composée de terpènes, parmi lesquels domine le pinène. Cette essence renferme aussi une petite quantité d'un éther et probablement un sesquiterpène.

Essence d'Angélique. — Le constituant principal de l'essence d'*Archangelica officinalis* est le phellandrène, qu'on peut caractériser par son nitrite.

La densité de l'essence est de 0,850-0,900; son pouvoir rotatoire $+11^{0}12'$ à $+11^{0}45'$ pour $l = 100$ millimètres.

Essence de Gingembre. — La distillation des racines du *Zingiber officinale* fournit 1,9-2,4 pour 100 d'essence, dont le poids spécifique à 15^{0} est de 0,880-0,885 et le pouvoir rotatoire -25 à -40^{0}.

Bertram et Walbaum ont caractérisé dans cette essence le camphène par sa transformation en isobornéol, fusible à 213^{0}.

La fraction bouillant aux environs de 170^{0} contient du phellandrène caractérisé par le point de fusion 102^{0} de son nitrite.

Essence de Céleri. — Les semences de l'*Apium graveolens* renferment 2,5-3,5 pour 100 d'essence, déviant de $67^{0}4'$ vers la droite le plan de polarisation de la lumière pour $l = 100$ millimètres. Le poids spécifique de cette essence est de 0,880-0,890; son constituant principal paraît être le limonène.

Essence de Houblon (Humulus lupulus). — Les propriétés physiques de cette essence sont les suivantes :

Densité.	0,866 — 0,880
Pouvoir rotatoire	$+0^{0},41'$ à $+0^{0},58'$

Elle renferme vraisemblablement un mélange de $C^{10}H^{17}$ et de $C^{10}H^{16}$ outre le sesquiterpène, « l'humulène », qui est son constituant principal. L'humulène bout à 263-266^{0}; son poids spécifique à 20^{0} est 0,9001.

L'humulène-nitrolbenzylamine $C^{15}H^{24}AzO.AzH-CH^{2}-C^{6}H^{5}$, fondant à 136^{0}, s'obtient en chauffant le nitrosochlorure d'humulène avec un excès de benzylamine.

Le nitrosate prend naissance quand on refroidit à -15^{0} un

mélange de 5 volumes de nitrite d'amyle, 8 d'acide acétique cristallisable et 5 d'humulène, et qu'on ajoute peu à peu un mélange refroidi de volumes égaux d'acides acétique et azotique. Le corps obtenu, cristallisé dans le benzène, fond à 162-163°.

Le nitrosite d'humulène obtenu par la méthode ordinaire est en beaux cristaux bleus, qui se transforment en cristaux incolores par isomérisation par l'ébullition de leur solution alcoolique.

Essence de Poivre noir (Piper nigrum). — Cette essence a pour densité 0,880-0,905.

Elle renferme notamment du phellandrène $C^{10}H^{16}$ et du cadinène $C^{15}H^{24}$.

L'essence de poivre du Japon, disons-le en passant, renferme du citral.

Essence de Cubèbe. — L'essence obtenue par distillation des fruits du *Piper cubeba* renferme, à côté d'une faible proportion d'un camphre spécial, du dipentène et du cadinène.

Sa densité à 15° est de 0,910-0,930.

Essence de Copahu. — Cette essence bout entre 245 et 260°. Elle renferme notamment du caryophyllène et dévie à gauche.

L'essence de copahu sert à frauder certaines essences. Une mèche imbibée du produit suspect dissous dans l'alcool, et allumée, conserve encore l'odeur du copahu lorsque l'alcool a complètement brûlé.

Essence de Genièvre (Juniperis communis). — L'essence de baies de genièvre se résinifie facilement à l'air; sa densité est par conséquent assez variable.

Elle renferme principalement du pinène et du cadinène. D'après Schimmel, le parfum serait dû à l'éther acétique d'un corps voisin des terpènes. Ce fait n'étant pas bien établi, nous avons pensé qu'il serait prématuré de classer cette essence parmi les huiles éthérées.

VII. — LE CONSTITUANT PRINCIPAL EST UN ÉTHER D'UN ALCOOL QUELCONQUE

Nous ne ferons que signaler les principaux indices de pureté des essences de cette classe.

D'après Schimmel, le coefficient de saponification (nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour saponifier 1 gramme d'essence) de l'*essence de Camomille commune* doit être voisin de 45.

Cette essence doit se prendre en masse par refroidissement aux environs de + 1°.

L'*essence d'Heracleum spondylium*, qui renferme des éthers de la série grasse, notamment de l'acétate d'octyle, bout entre 80 et 200°. Sa densité à 15° est 0,80-0,87, son indice de saponification atteint environ 280.

L'*essence de Panais* renferme principalement du butyrate d'octyle. Densité à 15° = 0,870-0,890.

Indice de saponification, 270 environ.
Faiblement lévogyre.

Essence de Gaultheria procumbens. — Le constituant principal de cette essence est le salicylate de méthyle. L'essence de gaulthéria est fréquemment fraudée avec l'essence de sassafras, le pétrole, l'essence d'écorce de *Betula lenta*.

Schimmel a étudié les propriétés de l'essence de *Betula lenta* comparativement avec celles de l'essence de gaulthéria.

Pour cela, il a traité par une lessive de potasse 1500 grammes d'essence de gaulthéria en solution éthérée. Après agitation et évaporation de l'éther, il a obtenu un résidu de 15gr,7, c'est-à-dire 1,05 pour 100.

L'essence de *Betula lenta* lui a donné un résidu de 0,2 pour 100 seulement. Cette essence est inactive.

Par conséquent, l'essence de gaulthéria renferme 99 pour 100 de salicylate de méthyle; celle de *Betula lenta* en contient 99,8 pour 100.

La déviation produite par l'essence de gaultheria ne doit pas être inférieure à $0^0 22'$ vers la gauche.

VIII. — COMPOSÉS SULFURÉS.

Parmi les essences renfermant des composés sulfurés, se trouvent les essences d'ail, d'oignon, de moutarde noire, de racines de réséda.

Essence d'Ail (Allium sativum). — Cette essence est obtenue au moyen de la plante tout entière. Sa densité est de 1,053 à 15^0. Elle est inactive. D'après M. Semmler, elle renferme un disulfure $C^6H^{12}S^2$, vraisemblablement le disulfure d'allylpropyle $C^3H^5-S-S-C^3H^7$, un deuxième disulfure $C^6H^{10}S^2$, probablement le disulfure d'allyle; enfin les deux composés $C^6H^{10}S^3$ et $C^6H^{10}S^4$.

Le même auteur a étudié également l'*essence d'Oignon* (Allium cepa), de poids spécifique 1,041 à $8^0,7$, et de pouvoir rotatoire — 5^0 ($l = 100^{mm}$). La partie essentielle de cette essence est un disulfure $C^{10}H^{12}S^2$, qui, traité par la poudre de zinc, donne le corps $C^6H^{12}S$.

L'*Essence de Moutarde noire* (Sinapis nigra) renferme de l'isosulfocyanate d'allyle, des traces de sulfure de carbone, du cyanate d'éthyle.

Essence de racines de Réséda (Reseda odorata). — M. Bertram et Wahlbaum ont reconnu dans cette essence la présence du sulfocyanate de phényléthyle.

IX. — ESSENCES DONT LE CONSTITUANT PRINCIPAL EST ENCORE A DÉTERMINER.

Les données que nous possédons sur la composition d'un certain nombre d'essences sont trop insuffisantes pour que nous puissions les

ranger dans une des catégories que nous venons de passer en revue ; nous les citerons donc séparément.

Essence d'Achillée (Achillea coronopifolia). — La couleur de cette essence est bleue et son odeur rappelle celle de la tanaisie. Son poids spécifique est de 0,924.

Essence d'Ambrette. — Cette essence, à odeur de musc, est fournie par la graine de l'*Hibiscus abelmoschus*. Son poids spécifique à 25° est 0,900-0,905. Elle est inactive et solide à la température ordinaire.

Essence de Carotte (Daucus carotta). — Elle renferme un terpène et un corps $C^{10}H^{18}O$ paraissant être du cinéol.

TABLE ALPHABÉTIQUE

On cherchera les sels au nom du métal; par exemple, **Sulfate de chaux**, à **Calcium** (Sulfate).

B

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

R

S

T

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — *Documents physiques et mathématiques.*

CHAPITRE II. — *Documents relatifs à la chimie pure.*

CHAPITRE III. — *Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.*

SUPPLÉMENT. — NOTICES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

34577. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

AGENDA DU CHIMISTE

1897

RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

ADRESSES UTILES

ANNONCES DIVERSES

ADRESSES UTILES

CLASSÉES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DE PROFESSIONS

CHAUFFAGE

Adnet, (Voir page 10.)

Berlemont (Voir page 11.)

Fel.—Boulay, succ. Chauffage par l'eau et la vapeur. (Voir p. 18.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 22.)

Wiesnegg. Spécialité de chauffage par le gaz. (Voir page 24.)

CHLORURES OXYDES — NITRATES

Duplessy et Hinque, *rue Saint-Martin*, 220, Paris. Chlorures d'or et de platine, nitrate d'argent, oxydes divers et en général tous sels issus de métaux précieux.

DISTILLERIE

(APPAREILS POUR)

Bernadot (Voir page 11.)

Fel.— Boulay, succ. (V. p. 18.)

ÉLECTRICITÉ

Leclanché et Ce (Anc. M^on^ **Barbier**), seuls fabricants en France et dans les colonies des **Piles Leclanché** à vases poreux, à plaques et à cylindres agglomérés, brevetées s. g. d. g. Médailles à toutes les Exp. Univ. — Nouvelles piles sèches et nouv. sel excitateur pour **piles Leclanché**, brev. s. g. d. g., évitant les cristaux sur les pôles. 158, *rue Cardinet*, Paris.

Delval et Pascalis. (Voir page 15.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Radiguet (Voir page 21.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 22.)

Société Centrale de Produits chimiques (anc^ne^ **Maison Rousseau**), 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 23.)

ENREGISTREURS

Jules Richard ✻, Ingénieur-Constructeur, successeur de la Maison **Richard** fr., 8, *impasse Fessart*, Paris. Nouveaux Enregistreurs adoptés par tous les gouvernements. Baromètres, thermomètres, hygromètres, anémomètres, pluviomètres, actinomètres, évaporomètres, psychromètres, voltmètres, ampère-mètres, manomètres, ventilateurs, avertisseurs, thermomètres pour la diffusion.

Marque



de fabrique.

Trois Grands Prix : Paris, 1889 ; Anvers 1894 ; Bordeaux, 1895. 17 Diplômes d'honneur. (Voir page 22.)

FILTRES

Philippe (Voir page 7.)

GALVANOPLASTIE

Radiguet (Voir page 21.)

FORGE

Enfer et ses Fils, Forges. (Voir page 16.)

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

Adnet (E.), 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir page 10.)

Alla et Pirlot (V. page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont. (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Brewer frères. (Voir page 14.)

Delval et Pascalis. (Voir page 15.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Raoul Neveu. — Fabricant de verrerie soufflée et graduée. Tubes spéciaux pour la recherche et la culture des bactéries. **Construction d'appareils sur commande.** *Rue des Feuillantines*, 19, à Paris.

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44, *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 23.)

Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Alla et Pirlot. (V. page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont. (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Brewer frères. (Voir page 14.)

Exupère (L.). (Voir page 17.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Girardin (H.), 7, *rue des Grands-Degrés*. Instruments de précision en verre. Thermomètres gravés sur tige pour médecins, mesures, éprouvettes, burettes, tubes gradués.

Poulenc Frères. (V. page 20.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. Enregistreurs adoptés par l'Etat. (V. page 22.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 23.)

LABORATOIRES

Adnet, 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir page 10.)

Alla et Pirlot. (V. page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont. (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc Frères. (V. page 20.)

LABORATOIRES (FOURNITURES DE) ET VERRERIE

Alla et Pirlot. (V. p. 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Brewer Frères. (Voir page 11.)

Exupère (L.). (Voir page 17.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Philippe (A.). (V. page 7.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 23.)

Weil (Fréd.), Ingénieur des Arts et Manufactures, 13, *rue des Petites-Ecuries*, Paris. Laboratoire central de chimie et de métallurgie fondé en 1852. Essais, analyses, expertises, rapports industriels, cours pratiques, etc. Médaille d'or, Exposition universelle de 1889.

Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

LUMIÈRE

Radiguet. (Voir page 21.)

MACHINES

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 22.)

MÉTÉOROLOGIE

Alla et Pirlot. (V. page 10.)
Alvergniat. (Voir page 9.)
Fontaine. (Voir page 19.)
Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

MICROGRAPHIE

Alla et Pirlot. (V. page 10.)
Alvergniat. (Voir page 9.)
Berlemont. (Voir page 11.)
Bernadot. (Voir page 11.)
Poulenc Frères. (V. page 20.)

E. Cogit et Cie,
49, *boulevard St-Michel,* Paris.

Spécialité de fournitures pour la micrographie et la bactériologie. Lames porte-objets et lamelles minces de toute espèce, cellules de verre, chambres humides, nécessaires à réactifs, boîtes à préparations, instruments, verrerie, réactifs, vernis, etc., etc. Préparations microscopiques variées. — Dépôt des microscopes Leitz. — Microtômes Minot, Jung-Thoma, Miehe, Reichert, Rocking. Médaille d'ragent à l'Exposition universelle de 1889.

OPTIQUE

DUBOSCQ (Maison Jules).
Ph. Pellin ✱ ✠ A, ingénieur des Arts et Manufactures, 21, *rue de l'Odéon,* Paris. Spectroscopes, Saccharimètres, Colorimètres.
Fontaine. (Voir page 19.)

OR

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin,* Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

PHOTOGRAPHIE

(ARTICLES DE)

Bernadot. (Voir page 11).
Billault. (Voir pages 12 et 13.)
Fontaine. (Voir page 19.)
Poulenc frères. (V. page 20.)
Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles,* Paris. (Voir page 23.)

PILES

Fontaine. (Voir page 19.)
Leclanché et Cie (ancienne maison **Barbier**). Piles Leclanché. (Voir *Electricité.*)
Radiguet. (Voir page 21.)

PLATINE

Contenau et Godart fils, 7, *rue du Bouloi,* Paris. 7 méd. 1867, 2 méd. 1878. Ⓐ 1889. Fabrique d'appareils de chimie en platine.

Desmoutis (F.), Lemaire et Cie, 56, *rue Montmartre,* Paris. **Grand Prix** Exp. Univ. Paris 1889. Affinage. Platine à tous états. Achat et vente.

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin,* Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

POMPES

Dumont. Pompes à force centrifuge. (Voir page 15.)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Moniteur scientifique. Voir page 21.)

PRODUITS CHIMIQUES et PHARMACEUTIQUES DROGUERIE

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Delval et **Pascalis,** 5, *rue Chapon,* Paris. (Voir page 15)

Henri Boyer
110 *bis, rue Saint-Antoine.* 110 *bis.*
Potasses, soudes, savons.

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc frères. (Voir page 20.)

Société Centrale de Produits chimiques (anc^ne^ Maison Rousseau), 44 *et* 42, *rue des Ecoles,* Paris. (Voir page 23.)

RAYONS X

Radiguet. (Voir page 21.)

SOUFFLEURS DE VERRE

Alla et Pirlot. (V. page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont. (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Raoul Neveu, verrerie soufflée et graduée, *rue des Feuillantines,* 19, Paris.

Ancienne Maison Rousseau. Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles,* Paris. (Voir page 23.)

VENTILATION

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart,* Paris. (V. page 22.)

VERRERIE

Alla et Pirlot. (V. page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Berlemont. (Voir page 11.)

Bernadot. (Voir page 11.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc frères. (V. page 20.)

PRODUITS CHIMIQUES ET PHARMACEUTIQUES

de la Maison BILLAULT (Suite)

Codéine très pure. — **Colchicine.** — **Collodion** (médicinal). — **Créosote** de bois de hêtre.

Digitaline. — **Duboisine.**

Esérine et sels. — **Ether** anesthésique. — **Fer réduit** par l'hydrogène.

Glycérine. — **Hyosciamine.** — **Hypnone.**

Iodoforme. — **Iodure** de potassium pur. — **Iodure** de sodium.

Kermès minéral Cluzel.

Magnésie calcinée, légère, sans saveur. — **Méthylal.** — **Morphine** (Chlorhydrate de).

Napelline. — **Naphtaline.** — **Naphtol** pur. — **Narcéine.** — **Nitrate de thorium** : Sels et solution pour incandescence.

Papaïne (Papayotine). — **Pepsines, Peptones, Peptonates.**

Quinquinas. — **Résorcine.**

Saccharine. — **Saccharine** pure ou mélangée avec du glucose à 2/1000. — **Salicylate** de lithine. — **Salol.** — **Sanguinarine.** — **Solanine.** — **Spartéine** (Sulfate de). — **Sulfate de quinine.**

Thymol. — **Uréthane.**

Produits chimiques pharmaceutiques. — **Produits chimiques pour parfumerie** : Eau oxygénée, Fards, Carmin, Bismuth. — **Papier platiné** pour platinotypie. Nouveau papier se développant à froid. — **Émulsion Chardon** pour photographie, le gramme, **1** fr. **50.** — Plaques et appareils photographiques de toutes marques. — **Produits chimiques** pour la photographie : Oxalate neutre de potasse ; Hydroquinone ; Acide pyrogallique, coton, éther, etc. — **Seringues** hypodermiques, en verre, pour injections. — **Balances** d'analyses, Trébuchets pour pharmacies, Bascules. — **Verrerie** graduée de Bohême. — **Porcelaine** pour chimie, de Saxe, de Berlin, Française : Capsules ; Creusets, spatules, etc.

Chlorure de méthyle. — Le traitement par le chlorure de méthyle est un mode de réfrigération locale qui repose sur l'évaporation rapide du Chlorure de méthyle emmagasiné à l'état liquide, dans un appareil en cuivre, dont les prix sont :

1° **Appareil de M. le Professeur Vincent,** capacité, 1 litre, avec pulvérisateur et rempli. Prix : **73** francs.

2° **Appareil de poche de M. le Professeur Vincent,** capacité, 300 gr., avec pulvérisateur et rempli. Prix : **50** francs.

3° **Nécessaire de M. le Docteur Bailly,** avec siphon, tampon, thermo-isolateur, stypes. Prix : **54** francs.

4° **Appareil réservoir à chlorure,** capacité, 5 litres, pour remplir les appareils ci-dessus, plein. Prix : **125** francs.

Le Chlorure de méthyle, employé dans *tous les hôpitaux de Paris,* a **donné 9 guérisons sur 10.**

APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

VERRERIE, PORCELAINE, TERRE ET GRÈS

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Aréomètres, Densimètres, Burettes, Éprouvettes, Pipettes, Thermomètres

VERRERIE DE BOHÊME — PRODUITS CHIMIQUES

BREWER Frères

76, boulevard Saint-Germain, ***Paris.***

Anciennement rue Saint-André-des-Arts, 43.

SEULS AGENTS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

Pour les* Papiers à filtrer, *véritable* Berzélius *de Suède

marque J.-H. Munktell.

DIPLOME D'HONNEUR, AMSTERDAM, 1883



MÉDAILLE D'OR. PARIS, 1889

Balances de précision de BECKER'S SONS de Rotterdam

SEULS AGENTS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

BREWER Frères, 76, *Boulevard St-Germain*, *Paris.*

Demander les Catalogues spéciaux : franco par la poste.

47 Médailles aux Expositions françaises et étrangères

FORGES PORTATIVES ET SOUFFLETS

POUR TOUTES INDUSTRIES

ENFER & ses Fils

10, rue de Rambonlilet, PARIS



APPAREIL A GAZ
et SOUFFLET
pour la soudure autogazogène.



SOUFFLET
pour souder au gaz
ou à l'essence minérale.

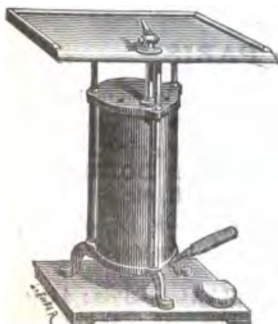


TABLE
d'Émailleur et de Chimiste.



FORGE A PRESSION
pour souder au gaz ou à la houille.

(*Envoi franco du Catalogue sur demande.*) **TÉLÉPHONE.**

LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie, A PARIS

DEUXIÈME SUPPLÉMENT

AU

Dictionnaire de chimie pure et appliquée

De Ad. WURTZ

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

CH. FRIEDEL

Membre de l'Institut (Académie des sciences)
Professeur à la Faculté des sciences de Paris.

En cours de publication par fascicules grand in-8° à 2 francs.

En vente :

Tome I (A-B). 1 vol. broché	20 fr.
Tome II (C). 1 vol. broché	20 fr.
Tome III (D-E). 1 vol. broché.	20 fr.

La demi-reliure en veau se paye, en sus, 3 fr. 50 par volume.

MAISON SPÉCIALE

POUR LA

CONSTRUCTION DES APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

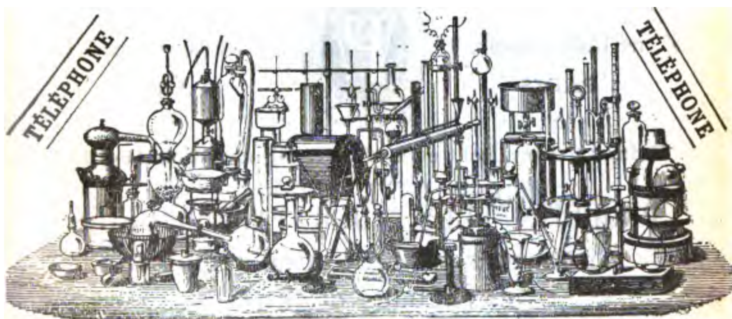
FONDÉE EN 1861 par **A. FONTAINE**

Ancien fabricant de produits chimiques, chevalier de la Légion d'honneur.

G. FONTAINE FILS, SUCCESSEUR

16, 18 et 20, rue Monsieur-le-Prince, et 24, rue Racine, Paris

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : **FONGEORGES, PARIS.**



Depuis 1884, M. G. FONTAINE a joint à sa fabrication d'appareils celle des PRODUITS CHIMIQUES PURS pour les sciences et les arts (Catalogue, 4e édition, 1 fr.).

Installations complètes de laboratoires de chimie. — Spécialité de verreries de France et de Bohême au modèle, ordinaire et soufflée. — Grès français et anglais. — Terres réfractaires. — Porcelaine de France, de Berlin et de Saxe (**Catalogue spécial, 510 gravures sur bois, 2 fr.**).

Verrerie graduée. — Instruments et balances de précision (*seul représentant des balances Rueprecht, de Vienne*). **Catalogue spécial, éd. 1890 : 2 fr.**

Appareils de chauffage. Bains-marie, étuves, etc., etc. Microscopes, etc. et tous ustensiles de laboratoire (**Cat. des appareils et ustensiles de laboratoire, édit. 1891, 1212 fig. : 8 fr.**).

Nécessaires pour Minéralogie, Histologie, Analyse médicale, Physiologie (**Cat. de chimie générale. Analyses et essais techniques : 5 fr.**).

SEUL DÉPOSITAIRE

des Filtres Schleicher et Schül de Duren, lavés aux deux acides.

Appareils et réactifs spéciaux pour la Micrographie.

Instruments de physique, d'optique, de photographie (**Cat. orné de 400 fig. : 5 fr.**)

Appareils d'électricité et tous leurs accessoires. — Piles. — Moteurs à gaz et à vapeur. — Eclairage électrique. — Télégraphes, Téléphones et Microphones. — Electrolyse (**Cat. épuisé**).

Instruments de météorologie.

Hygiène (*Voir le* **Catalogue spécial**).

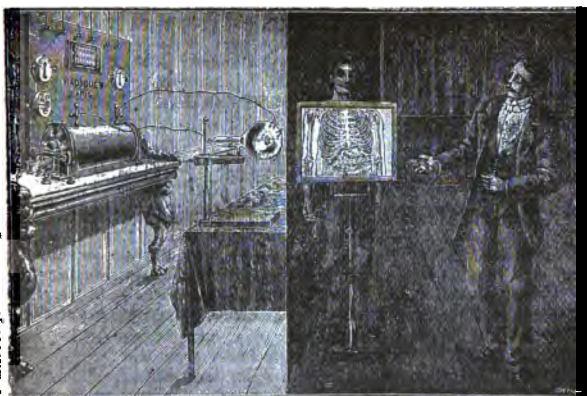
La maison se charge de la fabrication, construction et fourniture de tous les appareils de physique et de chimie sur demande.

COMMISSION — EXPORTATION

RADIGUET [NC] A PARIS

15, Boulevard des Filles-du-Calvaire, 15

A MAISON RADIGUET, EXECUTE LES RADIOGRAPHIES



LA MAISON RADIGUET EXECUTE LES RADIOGRASPHI

RADIOSCOPIE ET RADIOGRAPHIE

MATÉRIEL SPÉCIAL

LA PILE RADIGUET use les déchets de ZINC

Modèle spécial pour LUMIÈRE, GALVANOPLASTIE

La Maison RADIGUET n'a pas de succursale.

Écrire 15, *boulevard des Filles-du-Calvaire.*

Moniteur scientifique Quesneville

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

Travaux publiés à l'Étranger

Comptes rendus des Académies et Sociétés savantes

41e année de publication

Recueil mensuel contenant **8** feuilles d'impression gr. in-8 chaque mois.

DIRECTEUR : **G. QUESNEVILLE**

Docteur ès sciences, docteur en médecine, professeur agrégé à l'École de pharmacie.

Prix { Pour la France, **20** fr. par an et **10** fr. pour six mois.
Pour l'Etranger, **25** fr. par an.

On s'abonne chez le Dr G. QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, Paris.

ANCNE MAISON ROUSSEAU

Société Centrale de Produits Chimiques

42, 44 et 46, rue des Écoles, Paris.

(*Usine quai de Javel*)

PRODUITS CHIMIQUES POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

PRODUITS PURS POUR ANALYSES

APPAREILS ET INSTRUMENTS POUR LABORATOIRES

Verreries, Porcelaine, Terre et Grès

Verrerie soufflée et Instruments de précision gravés sur verre

Thermomètres, Burettes, Eprouvettes, Pipettes graduées, etc.

Ateliers de soufflage et de gravure, 46, *rue des Ecoles.*

Balances apériodiques à lecture directe des derniers poids, système Curie

---

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE, PLAQUES, PRODUITS ET ACCESSOIRES

POUR LA

PHOTOGRAPHIE

Envoi de Catalogues sur demande. — **Téléphone.**

LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie, A PARIS

TRAITÉ DE CHIMIE GÉNÉRALE

COMPRENANT

LES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA CHIMIE

Aux Sciences biologiques et aux Arts industriels

PAR

M. PAUL SCHUTZENBERGER

Professeur au Collège de France.

7 vol. gr. in-8, avec de nombr. figures, brochés. 98 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 *fr.*



Souscription Lavoisier

		Souscr.	Net
	N° du Bull. de Souscr. École pr. Sup. Mézières 20 Souscr.	20,50	20.50
193			
106	Collège de St Pol	15	15
134	— de La Fère	9.05	9.05
131	Lycée de Laon	12.—	11-73
101	(Achevé) Lycée de St Omer	12.50	12.22
116	Collège de Péronne (Quillent ppal 5)		5.50
149	Bouffandeau Dr École Nor. Douai		3
151	École profle d'Armentières		10,50
152	École Supre garçons de Lille		5.—
153	— — filles Lille		9.50
154	— — garçons Roubaix		11
155	— — filles "	(7.50)	7.45
156	— — garçons Tourcoing		3.—
157	— — Fourmies (Dir et personnel)		21.70
158	— — Hautmont (Dir et élèves)		20 —
160	— — Valenciennes (id		3 —
161	— — Douai (Direct)		2. —
162	— — Landrecies		3
178	Collège du Quesnoy		10 —
188	— Sedan		8,50
194	École Supre Charleville		0,75
			192.40

N°	Report	192,40	
114	École Sup. Hénin-Liétard	3,75	en mandat 24,25
109	— filles St Omer (cours 2das)	3,50	
108	École Supre Béthune (id)	15	
		2 —	
104	Collège de Boulogne	4,50	
112	École prim. Supre Calais	6 —	
102	Collège d'Arras	6	
107	École filles d'Arras (cours 2d)	12	
103	Collège Béthune		245,15
111	École normale d'instituteurs (Pas de Calais) (fonds annoncés mais non reçus)	(5)	
192 (22)	Lycée Chanzy, de Charleville	4,50	130
168	Lycée de Tourcoing	10 —	
195	École Supre prim. de Montermé (Ardennes)	4. —	
197	— — — de filles de Charleville	45,60	
(2)	Coll. Fenelon à Cambrai filles	9,50	
115	Lycée garçons Amiens	4 —	
123	École prim. Sup. de Rue (Somme)	1	
2	Fac. [illegible] Lille	52	
141	École normle de filles (Élèves et prof. de Laon)	20	46 —
136	Lycée de filles de St Quentin (2e versement)	4	
2	Collège de filles Lille	8	
2	Lycée Douai	8	
2	Lycée Lille	6	421.70

110 Ecole normale Arras | Rien
183 " St Frevent .... | ...
~~113~~
105 Calais [Jusq. en 1895] - à 1898. | Rien
111 Ecole norm. d'Institutrices (Pas de Calais)

5 fcs non parvenus

Listes manq. Collège femin de Cambrai 9,50
(à réclamer / à l'Acad.) .... Lycée Margny Chaleville 4,50

150.
159
163 à 165 } Liste revenue en blanc

Report 421.75

? Collège d'Avesne (garç.) 10 –

? — Cambrai (garçons) 10 –

? — Condé id) 4

7 M. G. Loiseau Direct. de l'Eco... 7.5

20 École normale de g. d'Amiens 9.05

M. Tram... : École sup. de Commerce (Élèves et Administr.) 40

8) M. Gerbet et 7 souscripteurs 45 –

M. Margottet 20

574,80

Soit ~~574 fr 80 à valoir de mon compte à la Soc. générale (25 Juillet 1898)~~

Souscripteurs Buisine A 20

Buisine P 20

Queck 20

Willey 20

654,80

Versé chez Gauthier-Villars le 4 Avril 1899

Liste de M. Gerbet

Mme Gerbet	10.
Pauli Ing.r de la Cie du gaz	5
Horée Chef de Contention Crédit du Nord	5
Conwain Négociant	5.
L. Charpentier avocat	5
A. Duhem Manufacturier	5
Kling Contrôleur à la Manuf. de Tabacs	5
Asselin Ing.r en chef au ch. de fer du Nord	5
	45